31marta.ru
17.08.2020

3-ж-II
Н74

Новое в конструкции, механизации и автоматизации медеплавильной отражательной печи

1961 г.

31marta.ru

31marta.ru
17.08.2020

3-Ж-II + 3-А-II
4Л
ДХ

ГЛАВНИИ ПРИ ГОСЭКОНОМСОВЕТЕ СССР

Г И П Р О Ц В Е Т М Е Т

Отраслевое бюро научно-технической информации

В.Д.Кузнецов, В.В.Костерин
С.П.Анфимов, А.Б.Брикер

362921
362921

НОВОЕ В КОНСТРУКЦИИ, МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ МЕДЕПЛАВИЛЬНОЙ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

31marta.ru

М о с к в а
1961

31marta.ru
17.08.2020

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение 3

Краткая характеристика современных отражательных печей 5

Исходные данные разрабатываемой отражательной печи 6

Новое в конструкции отражательной печи . . . . I2.

I. Фундамент I2

2. Подина I3

3. Стены I4

4. Свод I4

5. Каркас печи I7

6. Воздухоохлаждаемый порог I7

Механизация и автоматизация загрузки отражательной печи . . . .

Механизация других работ по обслуживаюнию отражательной печи 29

I. Заливка в печь конвертерного шлака 29

2. Закрывание и открывание штейновых шпуров 30

3. Механизация выпуска шлака 32

4. Измерение высоты слоя штейна и шлака в ванне отражательной печи 33

5. Подача пирита на поверхность ванны 34

Автоматизация теплового режима и загрузки отражательной печи 34

Технико-экономические показатели 43

31marta.ru
17.08.2020

ВВЕДЕНИЕ

Отражательные печи получили распространение в медеплавильной промышленности с начала XX века.

Примерно 90% мирового производства черновой меди выплавляется из штейна, получаемого при плавке медных концентратов в отражательных печах. Таким образом отражательная печь является основным плавильным агрегатом на медеплавильных заводах.

Несмотря на более чем полувековую эксплуатацию отражательных печей, работа на них недостаточно механизирована и автоматизирована; не решен вопрос автоматизации загрузки в печь шихты. Эти обстоятельства следует объяснить весьма большой сложностью автоматизации собственно металлургического процесса, поскольку ряд операций осуществляется периодически.

Загрузка шихты, выпуск штейна и отвального шлака, заливка конвертерного шлака, очистка желобов от корок, а также уборка пыли, горячий ремонт и другие работы на отражательной печи производятся в условиях большого выделения тепла, пыли и сернистого газа на рабочих местах и требуют значительных затрат ручного труда.

Предлагаемая конструкция отражательной печи является результатом обобщения опыта проектирования, строительства и эксплуатации отражательных печей отечественных и зарубежных медеплавильных заводов. При разработке печи были также использованы отдельные узлы и элементы конструкций мартеновских, доменных и электрических печей, работающих в аналогичных условиях.

Разработанное Гипроцветметом проектное задание экспериментальной отражательной печи для плавки медных концентратов, в котором были применены новые конструктивные решения, рассмотренные ниже, было утверждено Государственным научно-техническим комитетом Совета Министров РСФСР с некоторыми замечаниями.

31marta.ru
17.08.2020

В настоящей статье приводятся возможные способы механизации и автоматизации работы отражательной печи при плавке сырой шихты. Некоторые предложения как по конструкции узлов отражательной печи, так и по механизации и автоматизации отдельных операций предлагаются впервые и требуют экспериментальной проверки.

31marta.ru

31marta.ru
17.08.2020

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

В начальный период применения отражательных печей развитие их шло в основном по линии увеличения размеров.

Увеличивались длина и ширина печей и, следовательно, площадь пода. Все это обеспечивало условия для повышения производительности печей, снижения потерь меди в отвальных шлаках и расхода топлива, а также способствовало увеличению кампании печи.

Сведения по отражательным печам некоторых зарубежных медеплавильных заводов приведены в табл. I.

Из табл. I видно, что отражательные печи наибольшей длины были построены в США на медеплавильном заводе Анаконда, на котором длина отражательной печи была 40,4 м при ширине 7,I м. Специальная отражательная печь для переработки конвертерного шлака на этом заводе имела длину 46,7 м.

Наибольшую ширину / I0,2 м при длине печи 34 м / имеют отражательные печи завода Норанда в Канаде. Отражательные печи, построенные за последние 5-7 лет, имеют несколько меньшие размеры.

На Балхашском медеплавильном комбинате новая отражательная печь, построенная в I958-I959 гг., имеет размеры- 30,0 х 8,0 м.

Таким образом, размеры применяемых современных отражательных печей следующие: длина 30-33 м и ширина 8-I0 м. Эти размеры печей находятся в соответствии с тенденцией последнего времени иметь короткую зону высоких температур в передней / плавильной/ части отражательной печи с быстрым падением температуры пламени к задней части ее, служащей отстойником. Подобный способ сжигания топлива позволяет достигать максимальной производительности печи при минимальном удельном расходе топлива.

31marta.ru
17.08.2020

Высота свода отражательных печей над подом колеблется от 2,8 до 3,8 м. Такая высота соответствует объему пламенного пространства печи и позволяет сжигать необходимое количество топлива, обеспечивающее максимальную производительность печи. В связи с желанием повысить производительность печи заводы при перестройке старых печей увеличивают их объем за счет изменения высоты и ширины плавильного пространства.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

Отражательная печь, конструкция которой здесь описана, имеет следующие внутренние размеры: длина 30,55 м, ширина 8,0 м, общая высота 3,8 м при глубине ванны I м; площадь пода 240 м2 / рис. I и 2 /.

При необходимости в будущем увеличения производительности печи за счет расширения площади пода до 300 м2, что легче всего осуществить, увеличив ширину печи до I0 м. Поэтому при строительстве печи предусматривается закладка фундамента с консолями, на которые при расширении пода будут установлены колонны металлического каркаса печи / рис.3 /. Возможно увеличить производительность отражательной печи и без расширения площади пода за счет увеличения объема газового пространства. Для этого продольные стены печи выполняются наклонными с развалом их на один метр на каждой стороне / рис.4/.

По предложению и проекту ВНИИМТ"а на Средне-Уральском медеплавильном заводе построена опытная отражательная печь с наклонными стенами. Результаты работы этой печи позволят определить ее преимущества и недостатки.

31marta.ru
17.08.2020

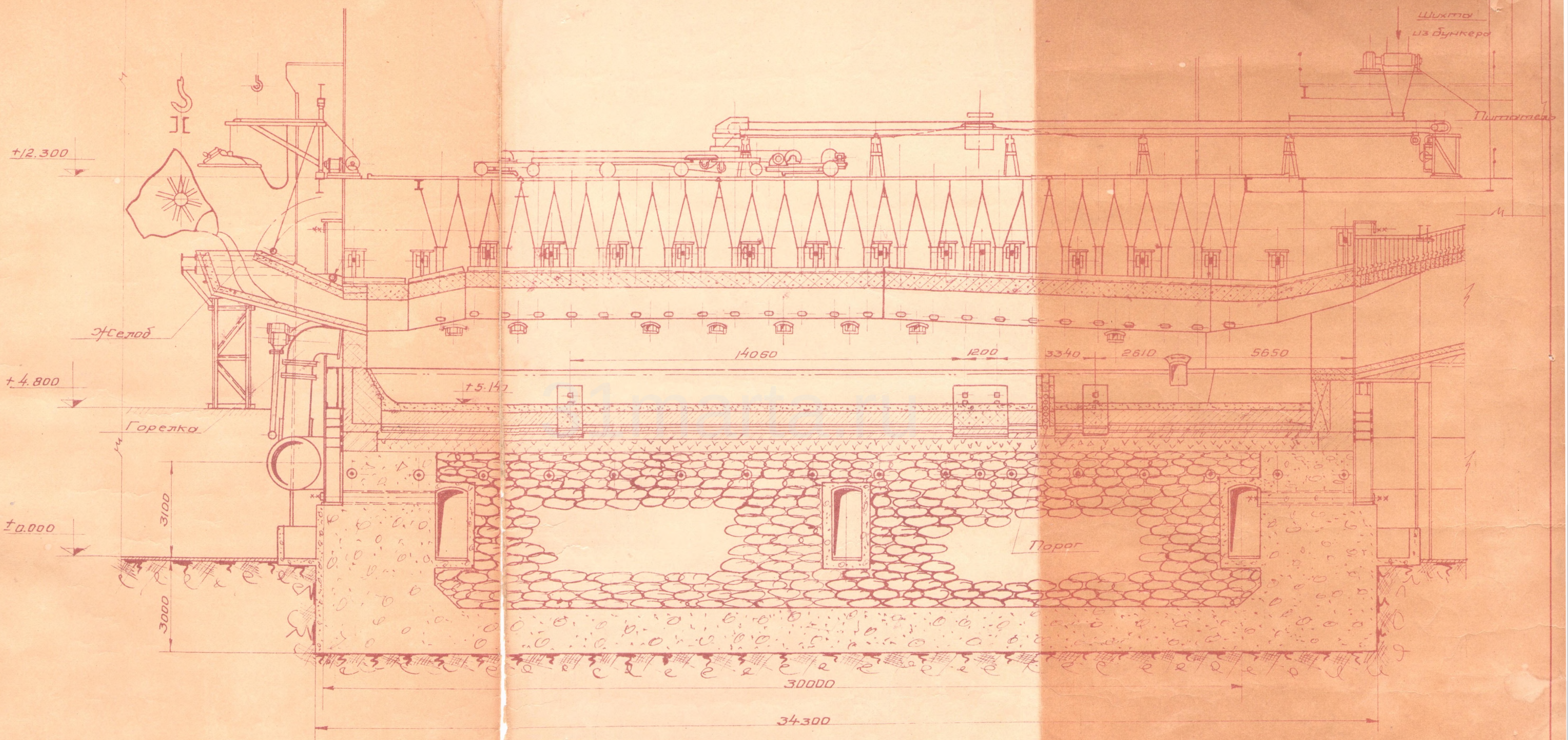


Рис. 1. Продольный разрез отражательной печи.

31marta.ru
17.08.2020

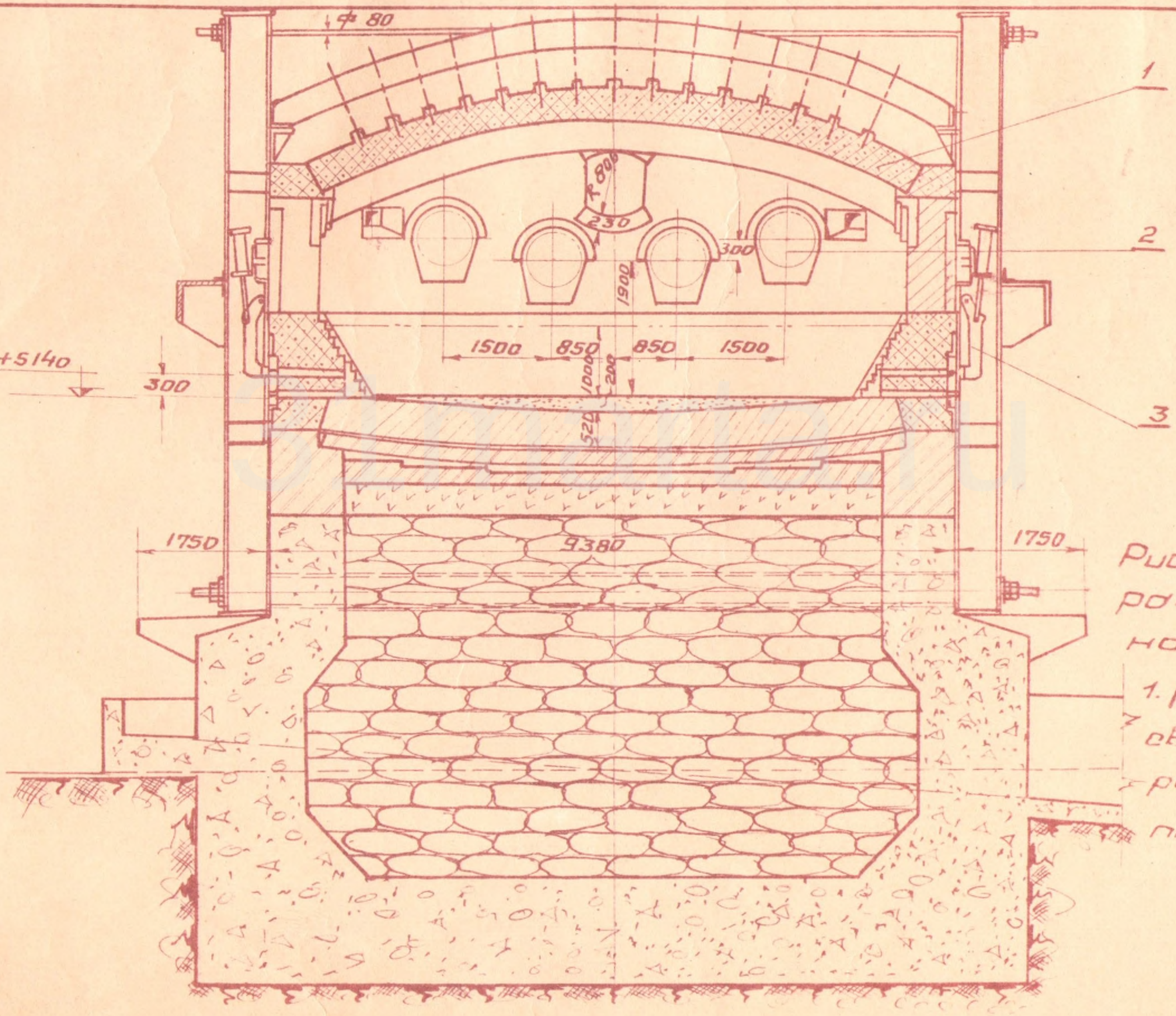


Рис. 2. Поперечный разрез отражательной печи

1. распорно-подвесной свод; 2- окна для горелок; 3- установка пневмозакрытия шпуров

Сверено: [illegible] 31/VII-61

31marta.ru
17.08.2020

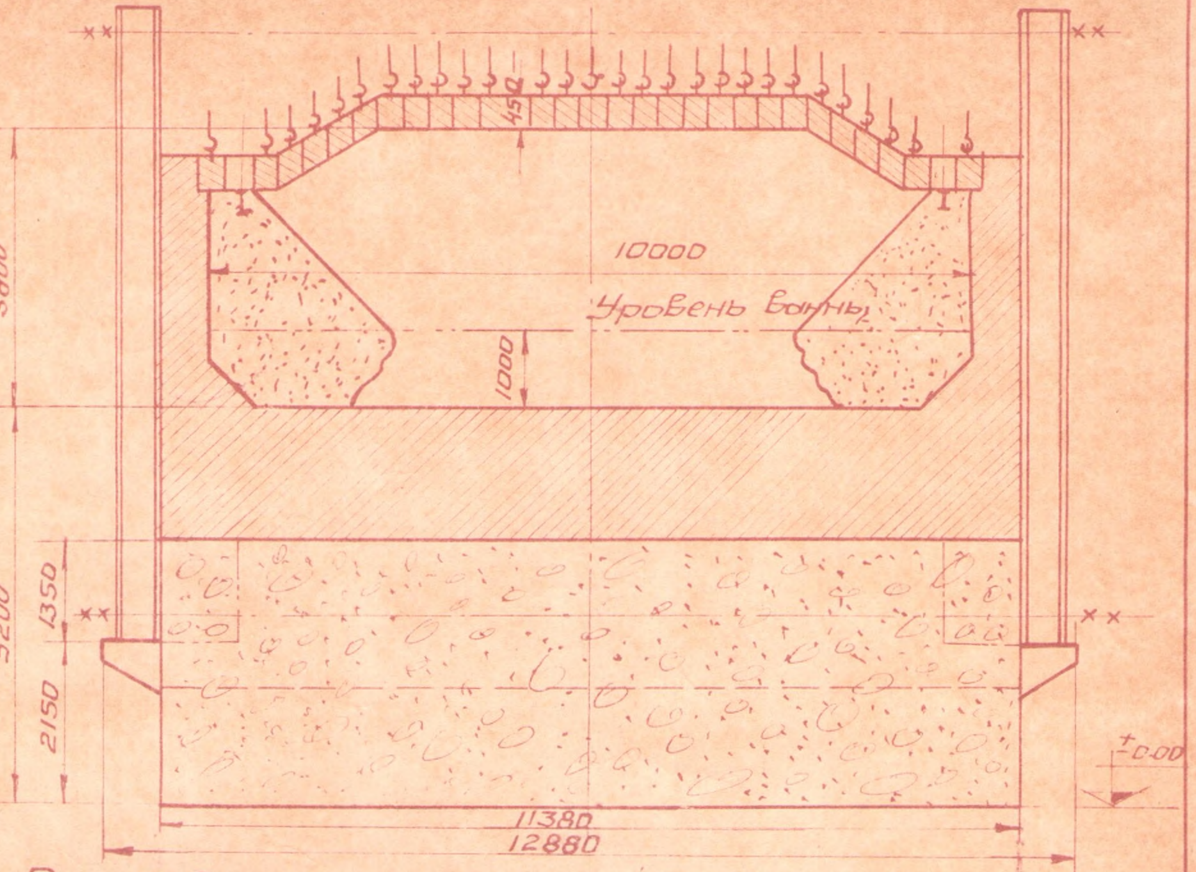


Рис. 3. Расширение печи до 10 м с установкой стоек на консолях фундамента

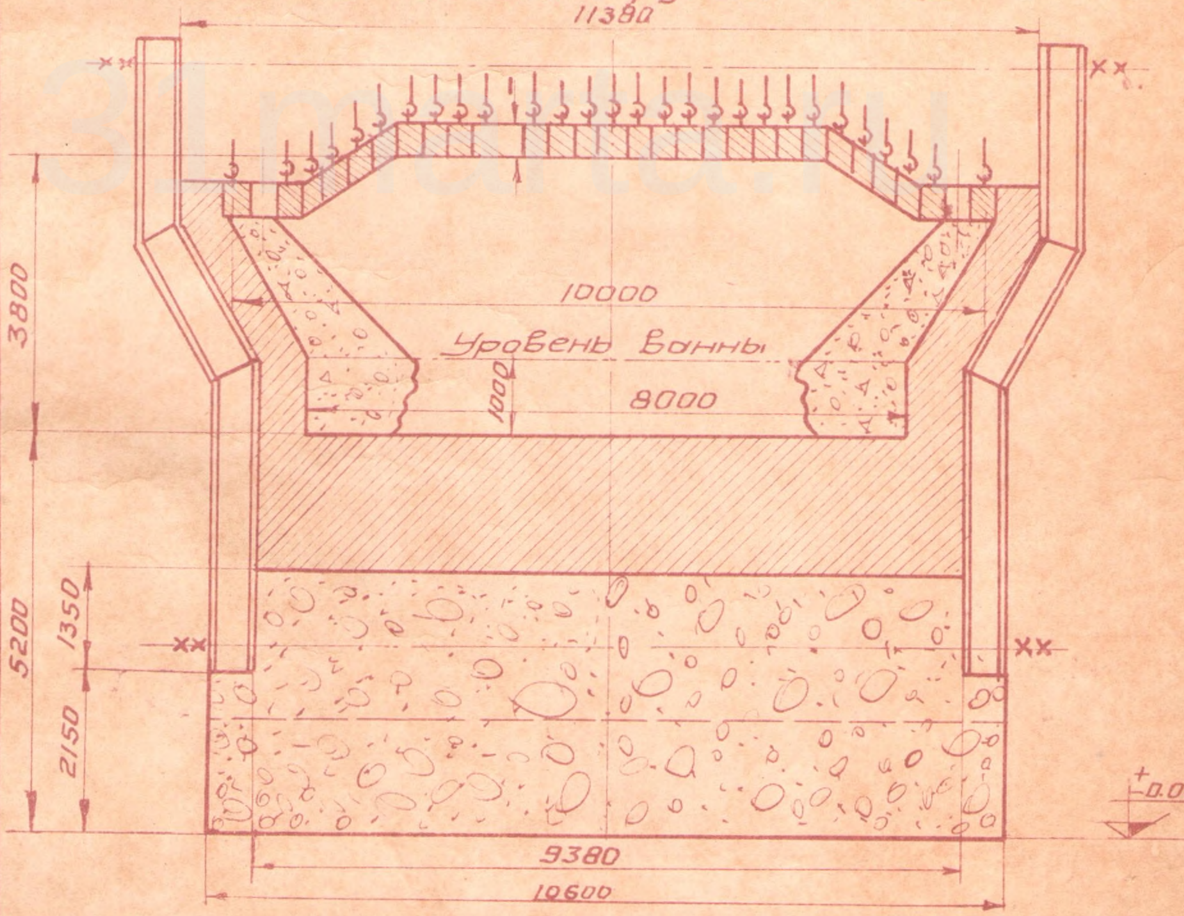


Рис. 4. Расширение газового пространства печи с развалом боковых стен.

31marta.ru
17.08.2020

Таблица I

Отражательные печи некоторых зарубежных медеплавильных заводов

Наименование и месторождение завода	Год постройки завода	Количество печей	Внутренние размеры, м	Площадь пода, м2	Род шихты	Вид топлива	Проплав твердой шихты: на печь т/сутки	Проплав твердой шихты: т/м2 в сутки
I	2	3	4	5	6	7	8	9
С Ш А								
Анаконда шт.Монтана	I900-I902	4	8,68х39,6 7,I0х40,4	272	огарок	природный газ	450	I,65
Гарфильд шт.Аризона	I905 I9I6-I9I7 х/	2	6,7х30,5 7,3х36,6	–	огарок	природный газ	950	–
Мактилл шт.Невада	I907 I933-I934 х/	2	8,7х38,9 8,4х38,9	330	сырая шихта	угольная пыль	744	2,25
Моренси шт.Аризона	I942	4	9,0х30,0	270	сырая шихта	природный газ	642	2,38
Нью Корнелия шт.Аризона	I950-I952	I	9,I5х3I,7	280	сырая шихта	природный газ	600	2,24

х / Год реконструкции завода.

31marta.ru
17.08.2020

I	2	3	4
Нкана	I93I-I932	4	8,5х26,8
Роан Антилоп	I93I	3	8,5х28,9 8,5х36,6
Чили			
Чукикамата	I952-I953	4	9,I4х38,0
Перу			
Серро де-Паско	I922	2	7,6х30,5
Южно-Африканская Республика			
О'окайп	I940	I	6,0х25,8

31marta.ru

31marta.ru
17.08.2020

5	6	7	8	9
228	сырая шихта	угольная пыль	454	2,0
-	сырая шихта	угольная пыль	472	-
357	сырая шихта	мазут	6I5	I,72
232	огарок	нефть	590-726	2,52-3,I4
I54	сырая шихта	угольная пыль	250-300	I,62-I,95

31marta.ru

31marta.ru
17.08.2020

I	2	3	4
Нкана	I93I-I932	4	8,5х26,8
Роан Антилоп	I93I	3	8,5х28,9 8,5х36,6
Чили			
Чукикамата	I952-I953	4	9,I4х38,0
Перу			
Серро де-Паско	I922	2	7,6х30,5
Южно-Африканская Республика			
О'окайп	I940	I	6,0х25,8

31marta.ru

31marta.ru
17.08.2020

5	6	7	8	9
228	сырая шихта	угольная пыль	454	2,0
-	сырая шихта	угольная пыль	472	-
357	сырая шихта	мазут	6I5	I,72
232	огарок	нефть	590-726	2,52-3,I4
I54	сырая шихта	угольная пыль	250-300	I,62-I,95

31marta.ru

31marta.ru
17.08.2020

Предлагаемое увеличение производительности отражательных печей за счет развала продольных стен и увеличения объема газового пространства особенно приемлемо при реконструкции действующих печей.

Примерно по этому принципу были реконструированы отражательные печи Красноуральского медеплавильного завода: без расширения фундамента и ванны печи была увеличена ее ширина за счет разноса стен на 360 мм на каждую сторону.

Открытие за последнее время в ряде районов Советского Союза крупнейших месторождений природного газа, который является лучшим и дешевым видом топлива для многих промышленных печей, приведет к тому, что в ближайшее время природный газ будет все шире применяться для отопления отражательных печей.

Природный газ обладает высокой теплотворной способностью $Q_{п}^{р} \cong 8000$ ккал/нм^3. В заводских условиях температура горения газа выше температуры горения угольной пыли и примерно равна температуре горения мазутного факела. Природный газ обладает хорошей транспортабельностью, его можно доставлять по трубам на большие расстояния. Подача газа хорошо регулируется. Управление тепловым режимом печей при отоплении газом простое и надежное; имеются благоприятные условия для полной автоматизации теплового режима.

Недостатком природного газа, как топлива для отражательных печей, является недостаточная светимость факела, что затрудняет теплопередачу от газов к шихте. Для усиления теплопередачи от газов к ванне в мартеновских печах добавляют карбюризатор - мазут или смолу - в количестве от 20 до 60% по теплу.

Для печей с более низкой температурой, например, нагревательных и термических, при переводе их на природный газ с других видов топлива, как показала практика, не требуется добавлять карбюризатор.

Температурный режим отражательных печей занимает промежуточное положение между температурным режимом нагревательных и

31marta.ru
17.08.2020

мартеновских печей, и в настоящее время трудно утверждать, что для усиления теплопередачи можно обойтись без добавки карбюризатора. Опыта по переводу отечественных отражательных печей на природный газ пока еще нет.

Судя по отдельным сообщениям, в США природный газ без добавки карбюризатора широко используется для отражательных медеплавильных печей. Однако, следует отметить, что природный газ, используемый в США, относится к классу "жирных", т.е. содержит значительное количество тяжелых углеводородов, которые при горении дают более высокую светимость факела; к тому же эти газы имеют более высокую теплотворную способность.

Природные газы СССР в основном / 95% и выше/ состоят из метана / "сухой" газ/, который горит с очень малой светимостью. В силу этого принимается, что в первое время эксплуатации отражательных печей на природном газе будет добавляться около 20% карбюризатора - мазута. Однако расчеты трубопроводов и сетей завода следует проводить с учетом работы печи на одном газе без карбюризатора, от которого, очевидно, удастся отказаться по мере освоения этого вида топлива.

За последние годы на ряде мартеновских печей /Магнитогорский комбинат, Запорожсталь, Сталинский завод и др. / удалось освоить отопление природным газом без карбюризатора, применяя самокарбюрацию газа, получающуюся при сжигании его в особых условиях / высокая температура, недостаток воздуха для полного сжигания или слабое смешение с воздухом и т.д./.

Несомненно, в дальнейшем и для отражательных печей будут найдены способы сжигания газа с удовлетворительными теплотехническими характеристиками, без применения карбюризатора.

Для улучшения нагрева ванны в отстойной части отражательной печи свод выполняется понурым с тем, чтобы "прижать" отходящие из печи газы к зеркалу ванны.

Не исключено, что может понадобиться установка дополнительных горелок в отстойной части печи для подогрева шлаковой ванны.

31marta.ru
17.08.2020

Воздух для сжигания природного газа будет подаваться в печь подогретым до 250-300^0 в воздухоподогревателях, установленных за утилизационными котлами.

НОВОЕ В КОНСТРУКЦИИ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

Ниже предлагаются следующие изменения и дополнения в конструкции отражательной печи.

I. Фундамент печи. Сооружаемые под отражательные печи сплошные фундаменты имеют крупные недостатки. Возведенные при строительстве печи они не могут быть обследованы и состояние их остается неизвестным на протяжении всего времени эксплуатации печи. Аварийное разрушение подины печи и фундамента вплоть до ухода расплавленной массы из печи не могут быть своевременно обнаружены и ликвидированы. Ликвидация таких аварий крайне затруднительна. Обычно бывает необходима разборка фундамента печи, т.е. разборка всей печи, и длительная остановка печи на капитальный ремонт.

В силу этого в отдельных случаях отражательные печи работали на фундаменте, находившемся в аварийном состоянии, иногда грунтовые воды близко подходили к фундаменту печи и последний начинал " парить".

Фундамент разрабатываемой отражательной печи предлагается несколько иной конструкции - с проходными каналами / рис.5/, через которые пропускаются нижние тяги печи. При такой конструкции фундамента возможен визуальный осмотр его и кроме того с помощью переносных термопар можно проследить за температурным режимом внутренней поверхности. По изменению температуры внутренней поверхности фундамента можно определить состояние подины печи / при размывании подины температура будет повышаться, при зарастании - понижаться/ и, следовательно, во-время принять необходимые меры.

При прорыве подины печи расплавленная масса не сможет глубоко проникнуть в фундамент печи. Она или застынет, не доходя до

31marta.ru
17.08.2020

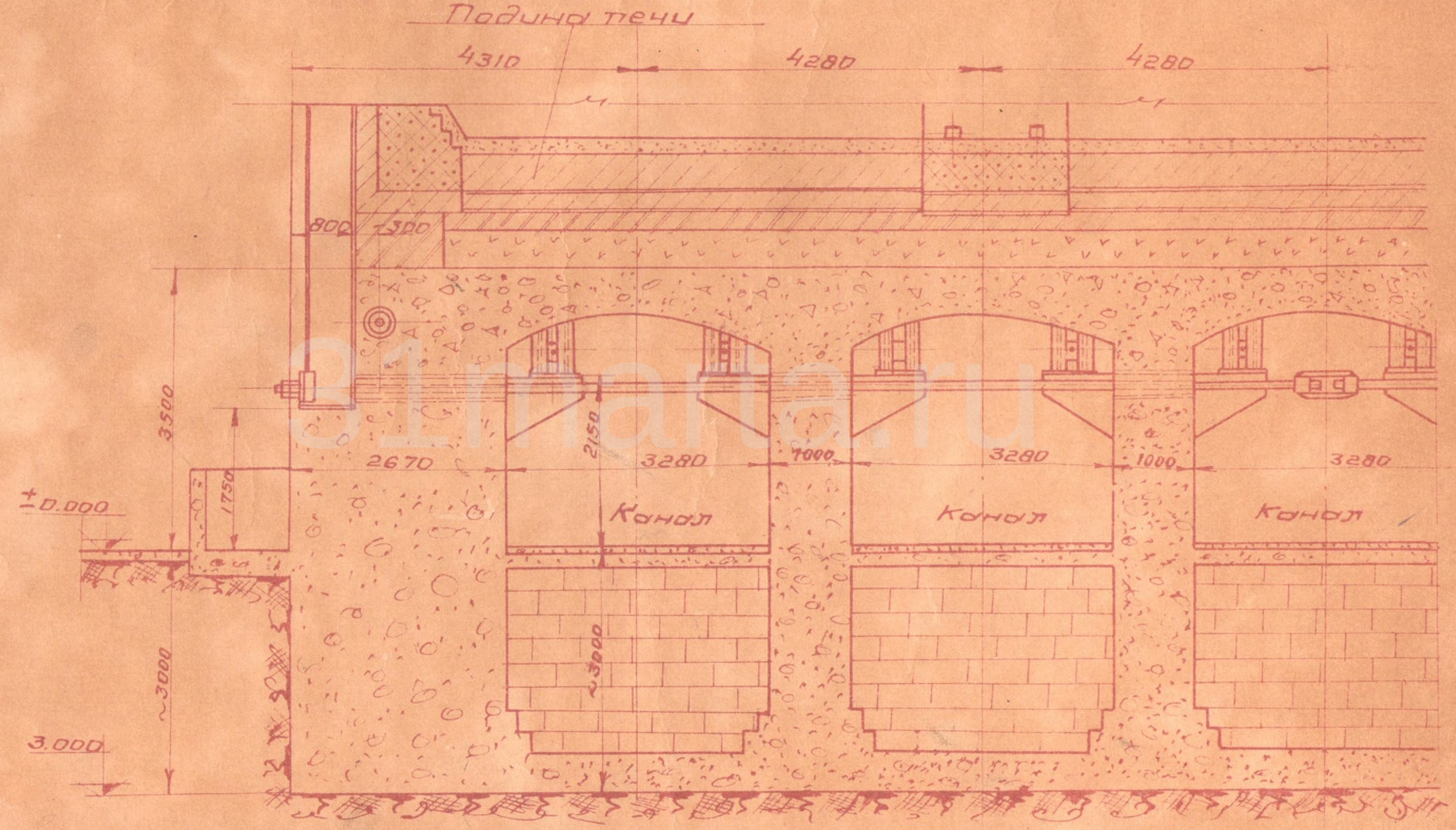


Рис. 5. Фундамент отражательной печи с каналами

31marta.ru
17.08.2020

каналов, или проникнет в каналы фундамента и по дну канала стечет в аварийную емкость, из которой будет убрана, а фундамент печи потребует лишь частичного ремонта.

Нижние продольные и поперечные тяги печи проходят в каналах и поэтому находятся в нормальных условиях эксплуатации, хорошо просматриваются и простукиваются. В случае разрыва они легко могут быть заменены.

Произведенный сметно-финансовый расчет стоимости сплошного фундамента печи и фундамента с каналами показал, что последний на 20% дешевле. Это показывает, что под отражательную печь целесообразнее устраивать фундамент с каналами.

2. Подина печи. Для данной печи предлагается подина арочного типа из динасового кирпича, аналогичная конструкции подины отражательных печей Средне-Уральского медеплавильного завода /СУМЗ/. Арочная подина стоит лучше набивной и сооружается в более короткий срок.

Отличием предлагаемой конструкции подины от подины печей СУМЗ"а является значительное усиление теплоизоляций. Кроме того, подина выкладывается из двух арок динасового кирпича толщиной 460 и 230 мм. Нижняя арка толщиной 230 мм является как бы опалубкой, по которой более тщательно выкладывается основная арка подины. В случае аварийного всплытия верхней арки, как показал опыт пуска печи с подиной из двойных арок на Балхашском комбинате, нижняя арка обеспечивает монолитность всей подины в течение длительного периода эксплуатации печи.

Для увеличения прочности арок из динасового кирпича стрела обратных арок заполняется набивкой из смеси кварца /75%/ и окиси меди/ 25%/. В конце разогрева печи подину следует ошлаковать, чтобы кварцевая набивка приобрела необходимую монолитность и динасовые кирпичи основной арки подины сварились между собой.

В местах шпуровых отверстий верхний окат подины выкладывается из хромомагнезитового кирпича.

31marta.ru
17.08.2020

3. Стены печи. В области ванны стены печи выполняются из динасового кирпича, но с внутренней стороны облицовываются хромомагнезитовым кирпичом на толщину откоса / рис. 2/.

В местах шпуровых отверстий для штейна и шлака и у шлакового окна кладка стен выполняется целиком из хромомагнезитового кирпича.

Выше уровня ванны стены выкладываются из динасового кирпича толщиной 575 мм. В местах, не защищенных откосами из шихты, для увеличения стойкости стен последние облицовываются хромомагнезитовым кирпичом на толщину II5 мм с запуском его в сторону динасового.

Стены печи с наружной стороны теплоизолированы легковесным шамотным кирпичом толщиной II5 мм.

Для увеличения срока службы стен и свода печи предполагается элементы кладки, подверженные износу от факела пламени газов и пыли, торкретировать по методике, предложенной Гинцветметом. Для этого в боковых стенах печи, почти под сводом, размещены окна для ввода торкрет-аппаратов. Эти окна плотно закрываются чугунными футерованными крышками.

В силу того, что горение топлива должно заканчиваться в плавильной зоне печи, следует ожидать интенсивного нагрева торцевой стены у горелок. Для уменьшения износа этого торца печи снаружи у кладки устанавливают кессоны, охлаждаемые водой.

4. Свод печи. В последние годы на медеплавильных заводах Советского Союза успешно осваиваются своды отражательных печей из хромомагнезитового кирпича. На многих печах срок службы сводов из хромомагнезита увеличился почти вдвое по сравнению с динасовым сводом.

К сожалению, в СССР не производят хромомагнезитовые кирпичи для строительства подвесных сводов. Между тем пролеты отражательных печей достигают 8 и более метров, к тому же, по традиции своды имеют очень большой радиус / отношение стрелы к пролету I:I0/. В этих условиях в арках свода создаются большие механические усилия, вызывающие скалывание особенно напряженных внутренних кромок кирпича. Подобные усилия недопустимы для

31marta.ru
17.08.2020

хромомагнезитового кирпича, т.к. он обладает ограниченной механической прочностью, которая при высоких температурах ниже, чем у динаса.

В связи с этим были разработаны конструкции распорно-подвесных сводов, которые были применены для мартеновских, а позднее для отражательных печей. Следует отметить, что при переходе мартеновских печей с динасовых сводов на хромомагнезитовые значительно уменьшился радиус свода.

Для разрабатываемой отражательной печи предлагаются два варианта конструкции свода из хромомагнезита:

а/ вариант распортно-подвесного и

б/ вариант подвесного свода печи.

Распорно-подвесной свод печи выполняется кольцами из термостойкого хромомагнезитового кирпича толщиной 460 мм / ребра – 520 мм / по типу аналогичных сводов мартеновских печей /рис.6 и 7/. В арке кирпичи соединяются при помощи тонких металлических прокладок и штырей, закладываемых в гнезда смежных кирпичей. При высоких температурах окись железа из металлической прокладки диффундирует в кирпичи, способствуя их соединению в единый монолит. Через каждые 8-I0 кирпичей в арке между большемерными кирпичами / 520 мм/ укладывается пластина / δ =2 мм/, которая служит для подвески всего блока. Указанная пластина крепится к проходящим вдоль свода уголкам, которые подвешиваются к гнутым швеллерным балкам с помощью металлических полос. Крепление полос к швеллерным балкам осуществляется клиньями.

Против выпучивания свода под влиянием распорных усилий или при потере нормального профиля арки, между уголками и швеллерными гнутыми балками помещаются трубчатые распоры, высота которых регулируется при помощи наборных пластин.

Таким образом, распорно-подвесной свод довольно устойчив даже при полном прогорании отдельных кирпичей.

Загрузочные отверстия в своде отражательной печи необходимо выполнять из крупных блоков, изготовленных из жароупорного бетона с хромомагнезитовыми заполнителями / рис.7/.

31marta.ru
17.08.2020

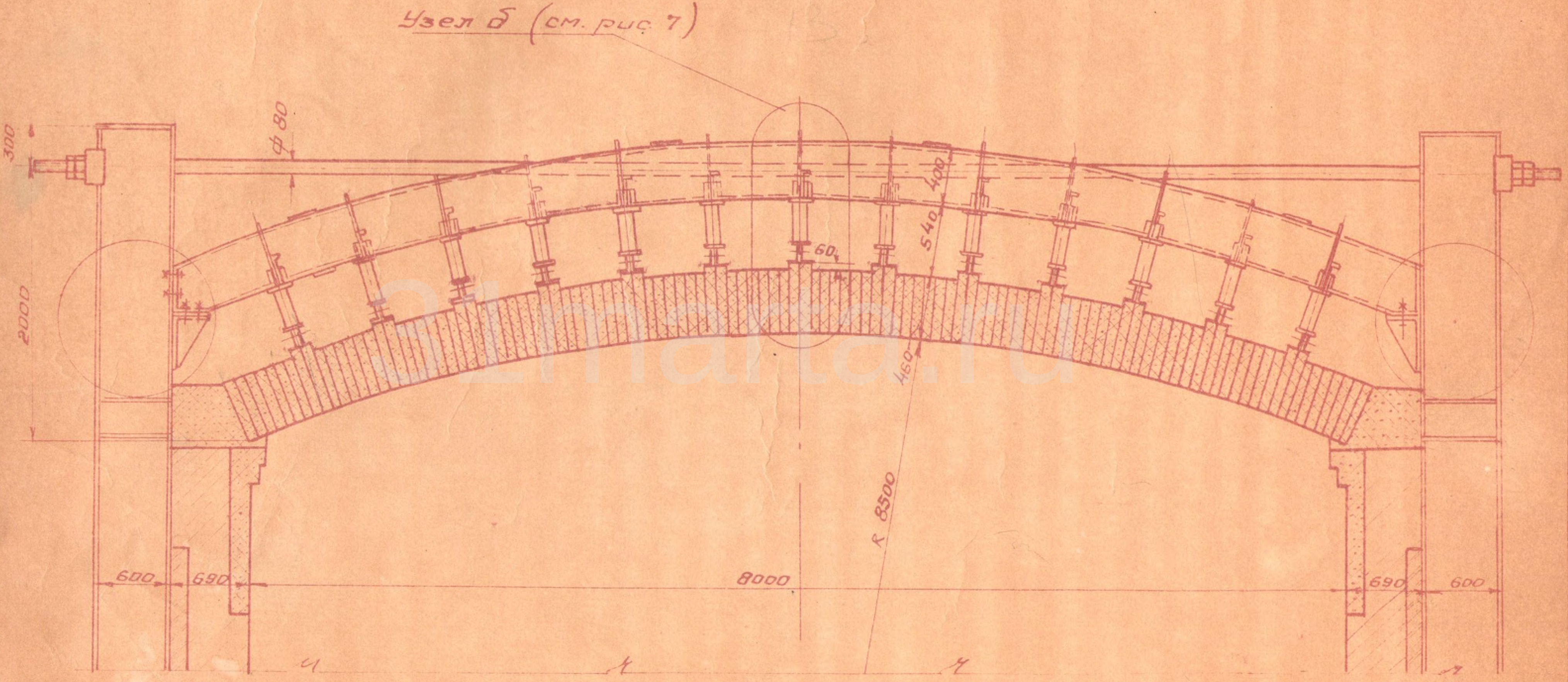
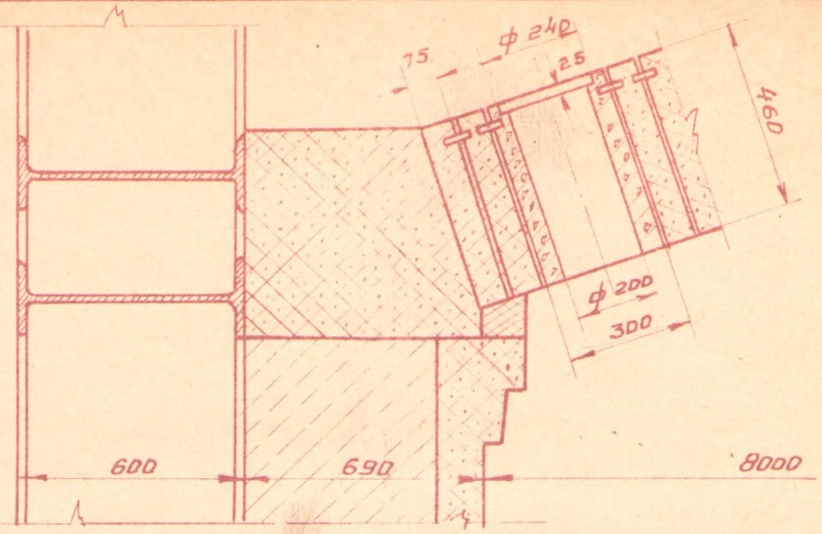
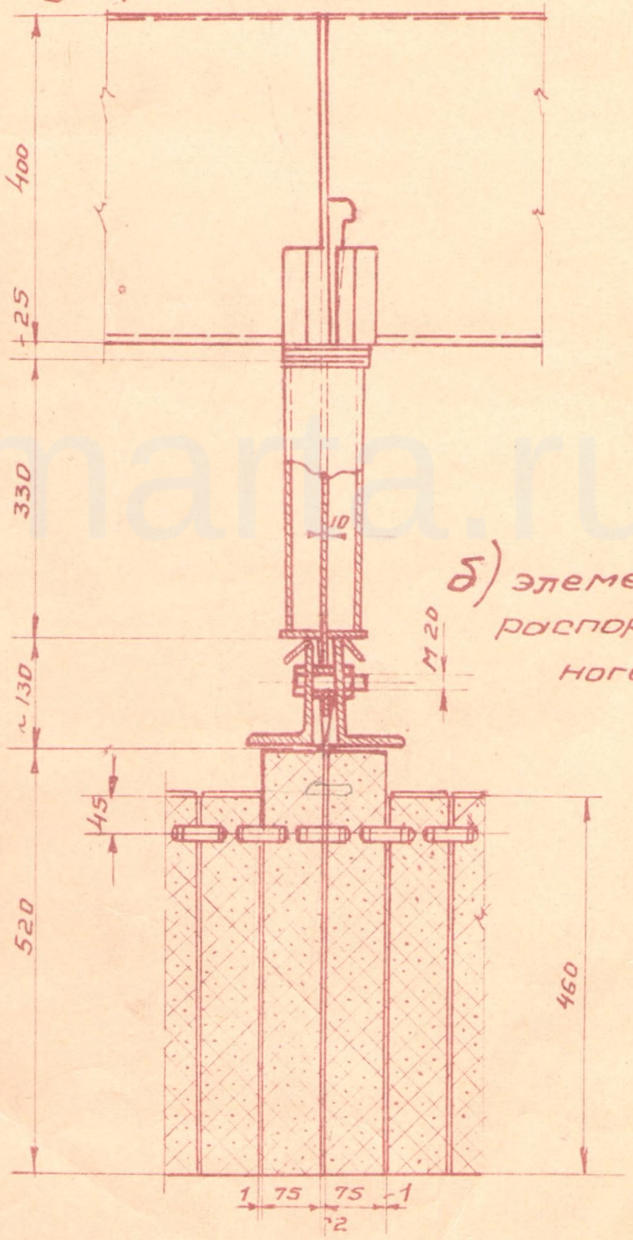


Рис. 6. Распорно-подвесной свод. Поперечный разрез.

31marta.ru
17.08.2020



а) узел загрузочного отверстия из блока жароупорного бетона



б) элемент подвески распорно-подвесного свода

Рис. 7. Распорно-подвесной свод.

Сверено: ...

31marta.ru
17.08.2020

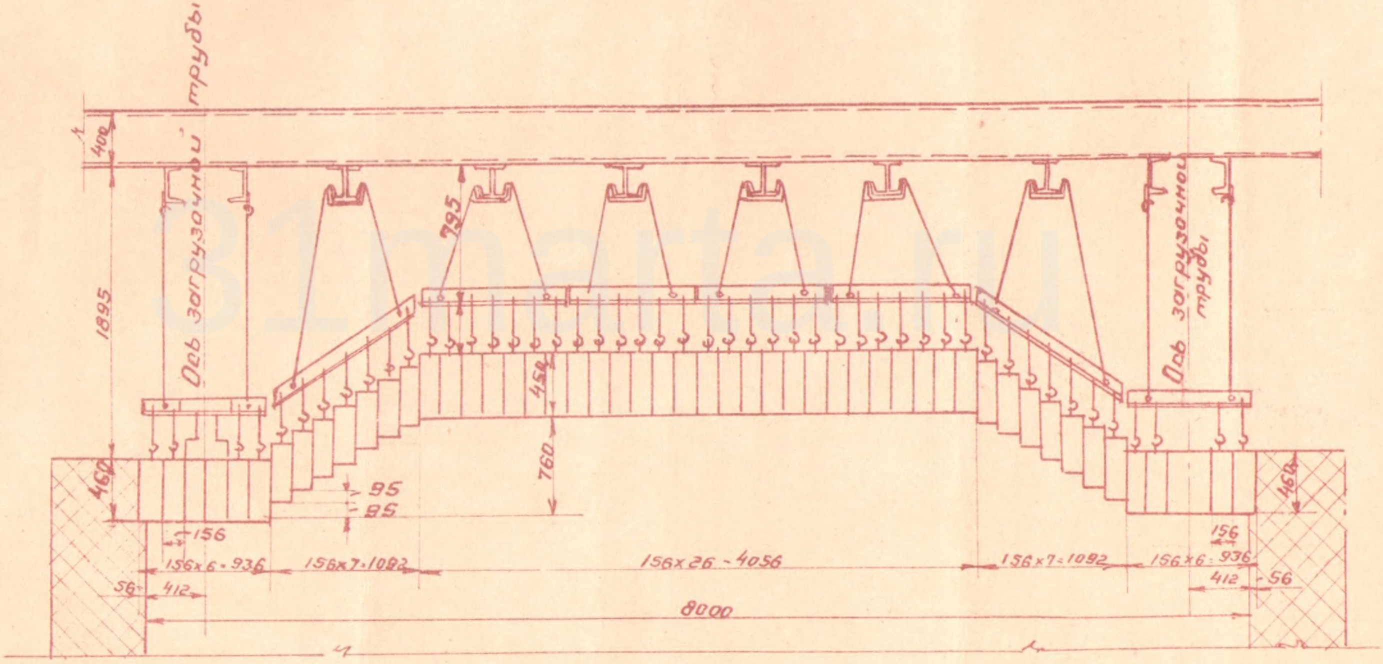


Рис. 8. Подвесной свод из штучного хромомагнезитового кирпича.

31marta.ru
17.08.2020

Обязательным условием, обеспечивающим длительную эксплуатацию распорно-подвесных сводов, является уборка пыли со свода. Пыль на сводах отражательных печей образуется главным образом из шихты, содержащей много сернистых соединений. Эта пыль интенсивно разъедает подвесную металлическую арматуру. Для снятия пыли со свода целесообразно применять промышленные пылесосы.

При увеличении пролета отражательных печей свыше 8 м необходимо применять только подвесные своды из хроммагнезитового кирпича / рис.8/, так как в арочных сводах распорные усилия будут превышать допустимые усилия для этого вида кирпича.

Подвесной свод собирается из отдельных блоков, состоящих из 4-6 кирпичей. Кирпичи в блоке соединяются при помощи металлических пластин и штырей. Каждый блок подвешивается проволокой за металлический лист, выступающий над кирпичами. Профиль свода печи получается путем подбора проволочных подвесок различной длины.

К достоинствам подвесного свода следует отнести возможность его ремонта на ходу без остановки печи. Подвесной свод может выполняться без ограничения величины пролета печи.

К недостаткам подвесного свода следует отнести довольно низкую плотность его и необходимость очистки его от пыли.

Крайне желательно, чтобы промышленность, изготовляющая огнеупорные материалы, начала осваивать хромомагнезитовые кирпичи или блоки, специально приспособленные для подвесных сводов. Такие кирпичи могли бы найти широкое применение не только для отражательных печей медеплавильных заводов, но и для печей других отраслей промышленности.

Как вариант, разработана конструкция крупноблочного подвесного свода из жароупорного бетона. Блоки могут быть изготовлены любой конфигурации. Они подвешиваются к арматуре печи за подвески, которые закладываются в блоки при их изготовлении. Такой свод можно быстро собрать с помощью мостового крана / рис.9/.

Над составами жароупорного бетона работает научно-исследовательский институт бетона и железобетона / НИИЖБ/.

31marta.ru
17.08.2020

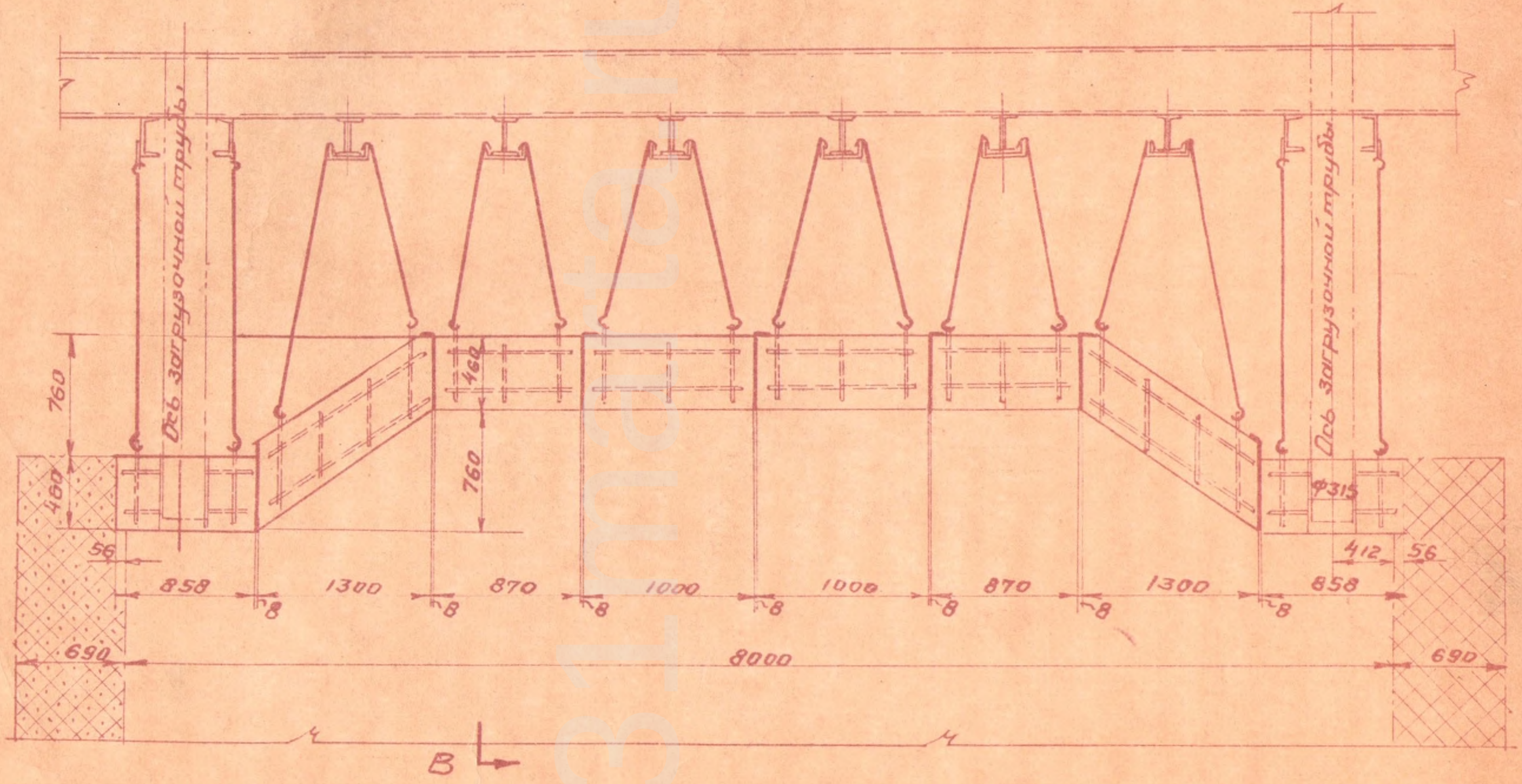


Рис. 9. Подвесной свод из крупных блоков жароупорного бетона.

31marta.ru
17.08.2020

У отражательных печей, работающих на кислой шихте, содержащей значительное количество SiO_2 целесообразно выполнять свод из динасовых кирпичей, т.к. хромомагнезитовые своды плохо стоят в кислой среде.

5. Каркас печи. Крепление разрабатываемой отражательной печи рассчитано на восприятие распора от обычного арочного свода из динаса с пролетом до 8 метров, в виду того, что величина этого распора больше чем от распорно-подвесного свода из хромомагнезита.

Распор от кладки печи воспринимается металлическим каркасом, состоящим из вертикальных стоек-колонн / из двутавра № 60/ с расстановкой их вдоль печи с шагом 2,14 м. Рядом стоящие стойки сварены балками и представляют собой отдельные рамы, воспринимающие распор от свода печи и обратной арки ванны.

362991

Такая конструкция каркаса печи, примерно с таким же шагом стоек, хорошо зарекомендовала себя на отражательных печах СУМЗ"а.

Более редкая / 2,14 м/ расстановка стоек каркаса печи, по сравнению с обычно применяемой более частой, освобождает печь от загромождения металлоконструкциями, способствует лучшему обслуживанию загрузочных течек в своде и дает возможность свободно наблюдать за состоянием кладки и ее обслуживанием, но требует внимательного наблюдения за натяжением связей - тяг, особенно при разогреве и остановке печи.

6.Воздухоохлаждаемый порог. С целью создания условий для дополнительного обеднения отвальных шлаков в ванне печи сооружается огнеупорный воздухоохлаждаемый порог. Порог отделяет ванну богатого штейна плавильной зоны от ванны бедного штейна, который образуется в отстойной зоне от расплавленного пирита поданного в печь и осажденного штейна, увлеченного шлаком из плавильной зоны печи.

Пирит в отстойную зону печи можно подавать разными способами. Проще всего загружать пирит передвижным транспортером через загрузочные отверстия в своде на кварцевые откосы хвостовой части печи, как обычно загружается шихта в отражательную

31marta.ru
17.08.2020

печь. Другой, более совершенный способ - подача пирита воздушным эжектором / пневмотранспортом / на поверхность шлаковой ванны. отстойной зоны с помощью металлической трубы, вводимой в печь через шлаковое окно. В этом случае пирит равномерно распределяется по поверхности ванны, расплавляется на ней и " промывает" шлак, что обеспечивает получение более бедных отвальных шлаков.

На Красноуральском медеплавильном заводе проводились опыты по вдуванию пирита в шлаковую ванну при помощи цемент-пушки. При этом было достигнуто некоторое снижение содержания меди в отвальном шлаке. Учитывая это, целесообразно на разрабатываемой отражательной печи также испытать подачу пирита внутрь шлаковой ванны отстойной зоны печи, используя предусмотренную эжекторную установку.

Воздухоохлаждаемый порог выполняется из шести труб, изготовленных из стали марки Х17 диаметром 168 мм, залитых жароупорным бетоном / рис.I/. По бетону порог облицовывается хромомагнезитовым кирпичом, уложенным в виде независимых арок, благодаря чему кирпичи не могут всплыть в более тяжелой по удельному весу штейновой ванне.

Воздух для охлаждения порога подводится и отводится воздуховодами через воздушные коллекторы, которые размещаются вне печи. Воздушные коллекторы футерованы жароупорным бетоном и кирпичом. В случае прорыва расплавленной массы внутрь порога она по трубам стечет в коллекторы и там застынет. Таким образом, печь может работать несмотря на аварию с порогом.

При очередном ремонте печи порог снова может быть восстановлен.

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗАГРУЗКИ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ.

Механизация и автоматизация загрузки шихты в отражательную печь являются наиболее трудно разрешимыми вопросами.

31marta.ru
17.08.2020

Затруднения определяются прежде всего необходимостью производить загрузку отражательной печи через большое количество загрузочных отверстий, физическими свойствами загружаемых в печь материалов, а также изменением интенсивности проплава по длине печи, что вызывает необходимость организации загрузки различных количеств шихты в разные загрузочные отверстия.

Современная отражательная печь на каждой стороне может иметь до 25 загрузочных отверстий. Общее количество точек загрузки при этом будет равно пятидесяти, что и принято для рассматриваемой отражательной печи.

Интенсивность проплава меняется в зависимости от многих факторов. Следовательно, система управления загрузочными механизмами должна быть достаточно гибкой и обеспечивать регулирование в широких пределах.

Вопрос автоматизации загрузки шихты можно было бы решить, по-видимому, более просто, еслибы была возможность автоматически контролировать высоту шихтовых откосов внутри печи, в различных точках по ее длине. В этом случае загрузка шихты в каждое загрузочное отверстие могла бы автоматически начинаться при понижении откоса под этим отверстием на определенную, заранее заданную величину и автоматически прекращаться при достижении максимальной высоты откоса.

Однако, из-за отсутствия специальных датчиков - уровнемеров, способных работать в условиях высоких температур, пришлось отказаться от вышеприведенной схемы автоматического управления загрузкой шихты и принять управление загрузкой шихты, по программе, заранее определенной практическим путем.

Этот способ загрузки не исключает визуального наблюдения за высотой шихтовых откосов в печи для периодической корректировки заданной программы загрузки.

В загрузочные отверстия, расположенные в отстойной части печи, шихта обычно не загружается, а производится загрузка заправочного материала, которым служит кварц или кварцевая руда, предохраняющего стены печи от разъедания.

31marta.ru
17.08.2020

На предлагаемой отражательной печи принята автоматическая загрузка шихты в плавильную зону печи / до порога/.с помощью передвижного реверсивного ленточного конвейера. Загрузка заправочного материала, а также подача пирита в отстойную часть печи, предусматривается другими способами, сущность которых будет изложена ниже.

Для организации автоматической загрузки отражательной печи прежде всего необходима хорошая, тщательно подготовленная шихта.

Для получения шихты с хорошими физическими свойствами компоненты ее должны быть примерно одинаковой крупности тщательно смешены и соответствующе подсушены.

На вновь строящихся и крупных существующих медеплавильных заводах осуществляется мокрая шихтовка флюсов. Этот способ шихтовки предусматривает измельчение необходимых флюсов в шаровых мельницах до крупности - I мм, смешение с медным концентратом перед фильтрами и сушку отфильтрованной шихты. Мокрая шихтовка, при правильном использовании ее, может обеспечить хорошее смешение шихты, что подтверждается опытом работы Балхашского завода.

Вопрос влажности шихты также является очень важным.

Более сухая шихта будет лучше проходить через шихтовые бункера, без зависания ее в бункерах, и более равномерно поступать на питатели и весовые дозаторы. Однако при этом неизбежно более сильное пыление в местах пересыпок, а также при загрузке в печь через загрузочные отверстия.

При слишком влажной шихте уменьшается пылеобразование, но увеличивается опасность слеживания шихты в бункерах и образования в них сводов зависаний, ликвидация которых связана с рядом трудностей. В этом случае безусловно неизбежны и нарушения равномерности поступления шихты на питатели и весовые дозаторы. Последнее обстоятельство не может не ухудшить работу автоматической загрузки отражательной печи, т.к. при этом выполнение заданной программы загрузки не будет должным образом обеспечено.

Кроме того, влажная шихта, поступая неравномерно в загрузочные отверстия печи, будет забивать их. Прочистка загрузочных отверстий потребует применения ручного труда, что значительно снизит эффективность автоматической загрузки.

31marta.ru
17.08.2020

По данным заводской практики наиболее приемлемой является влажность 5-6%. Оптимальная влажность зависит от характера материала и может быть установлена только опытным путем при работе всех механизмов и устройств, связанных с подачей шихты.

Большое значение для нормальной работы отражательной печи имеет правильно выбранный режим загрузки. По режиму загрузки мнения резко расходятся.

Академик В.И.Смирнов считает, что при загрузке отражательной печи следует стремиться к " струящейся" загрузке, приближаясь к непрерывной.

Профессор А.А.Цейдлер считает, что загрузка печи должна производиться периодически довольно большими колошами, один раз примерно в I,5 часа. После загрузки, продолжающейся 20--30 минут, в течение часа должно происходить расплавление загруженной шихты. Металлурги Кировоградского медеплавильного завода ведут загрузку отражательной печи два раза в смену, а на Балхашском заводе загрузка печи производится три раза в смену.

Количество шихты, загружаемой в печь, зависит от частоты загрузки, т.е. от режима загрузки печи. В свою очередь, как указывалось выше, количество шихты, загружаемое в каждое загрузочное отверстие, зависит от интенсивности проплава в данном месте печи.

Инженер Балыкин М.Е., исследуя работу отражательной печи x/, определил интенсивность проплава на различных участках по ее длине / рис.I0/. Согласно наблюдениям, на первых десяти метрах отражательной печи проплав шихты был равен 5,56 т/м^2, на следующих пяти метрах - 2,96 т/м^2 и на последующих пяти метрах - - 0,99 т/м^2 пода.

На рис. I0 приведена кривая I, построенная М.Е.Балыкиным по точкам, характеризующим средний проплав на отдельных участках печи протяженностью 5-I0 м. На этой же диаграмме нами нанесена вторая / пунктирная/ кривая П, которая построена таким образом, что площадь, ограниченная ею, примерно равна площади, ограниченной

- - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

x/ Цветные металлы, I939, № 2, стр. I07-I08.

31marta.ru
17.08.2020

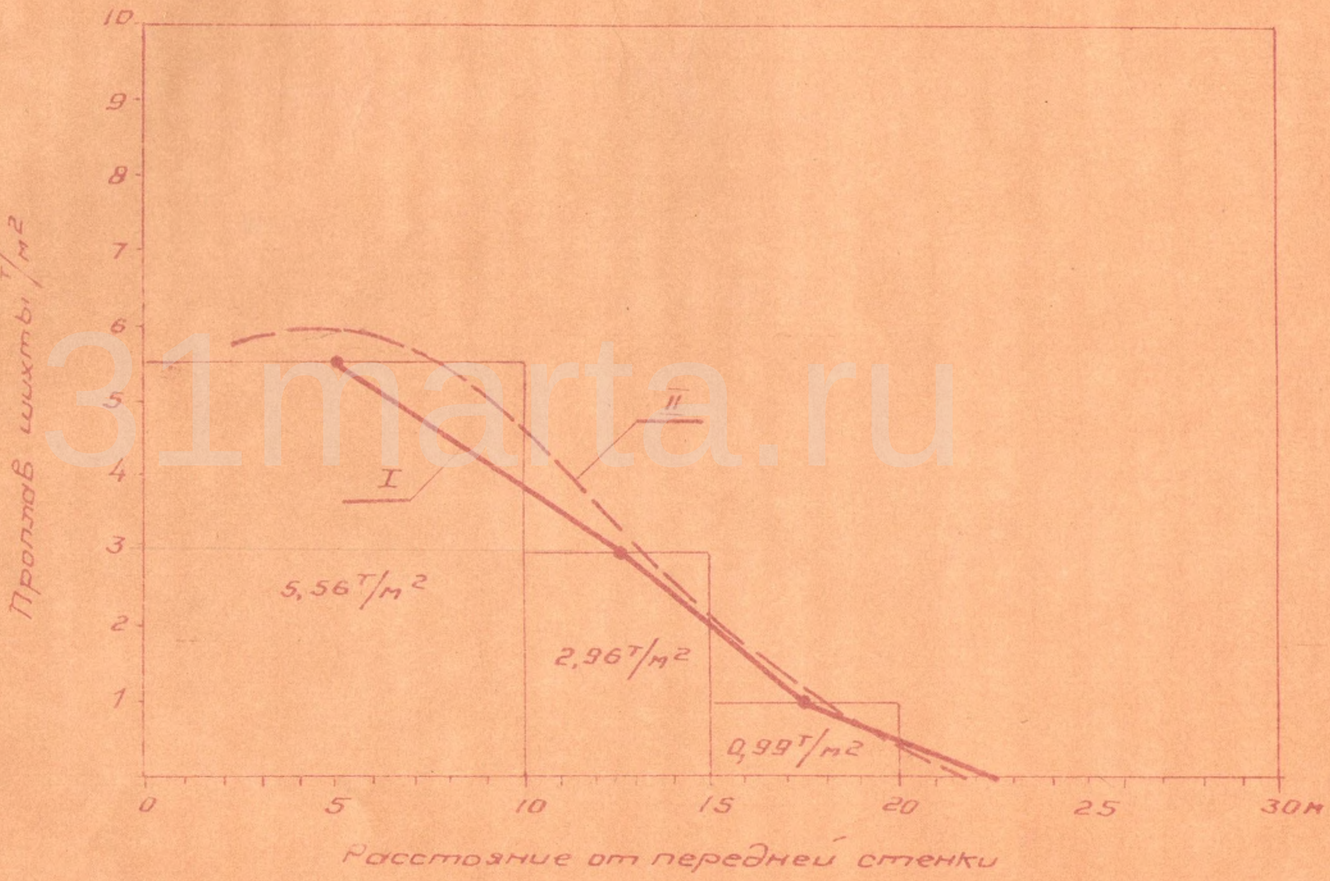


Рис. 10. I – Диаграмма инж. Балыкина М.Е. среднего проплава на отдельных участках печи.
II – Кривая интенсивности проплава, построенная по данным инж. Балыкина М.Е.

31marta.ru
17.08.2020

ступенчатой линией интенсивности проплава на диаграмме М.Е.Балыкина.

Кривая II с некоторым приближением отражает интенсивность проплава для любой точки по длине печи.

Производительность печи, исследованной инж.Балыкиным, достигала 600 т/сутки сырой шихты.

Предлагаемая отражательная печь имеет площадь пода 240 м^2 и при среднем проплаве 4 т/м^2 пода в сутки будет проплавлять 960 т шихты или в I,6 раза больше.

По данным завода Норанда проплав обожженной шихты по длине отражательной печи изменяется следующим образом x/:

На первых 3 м печи	6,8 %
с 4 по 9	53,I "
с I0 по I5	33,4 "
с I6 по 2I м	6,7 "

Эти значения проплава по длине отражательной печи на I м^2 пода отличаются от данных, полученных инж.Балыкиным, но в общем являются достаточно близкими.

Распространяя кривую проплава инж.Балыкина на рассматриваемую отражательную печь, будем иметь проплав по зонам печи, т/м^2 сутки:

на первых I0 м	5,56 x I,6 = 8,89
на следующих 5 м	2,96 x I,6 = 4,73
на последующих 5 м	0,99 x I,6 = I,58

Рассматриваемая отражательная печь будет работать на природном газе и подогретом воздухе. Все это обеспечит более высокую температуру в печи и принятые показатели по проплаву шихты следует признать вполне достижимыми.

Кривая интенсивности проплава по длине рассматриваемой отражательной печи показана на рис. II. Эта кривая получена тем же способом, который был применен для построения кривой II.

- - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

x/Газарян Л.М. Пирометаллургия меди. I960. Металлургиздат. Москва.

31marta.ru
17.08.2020

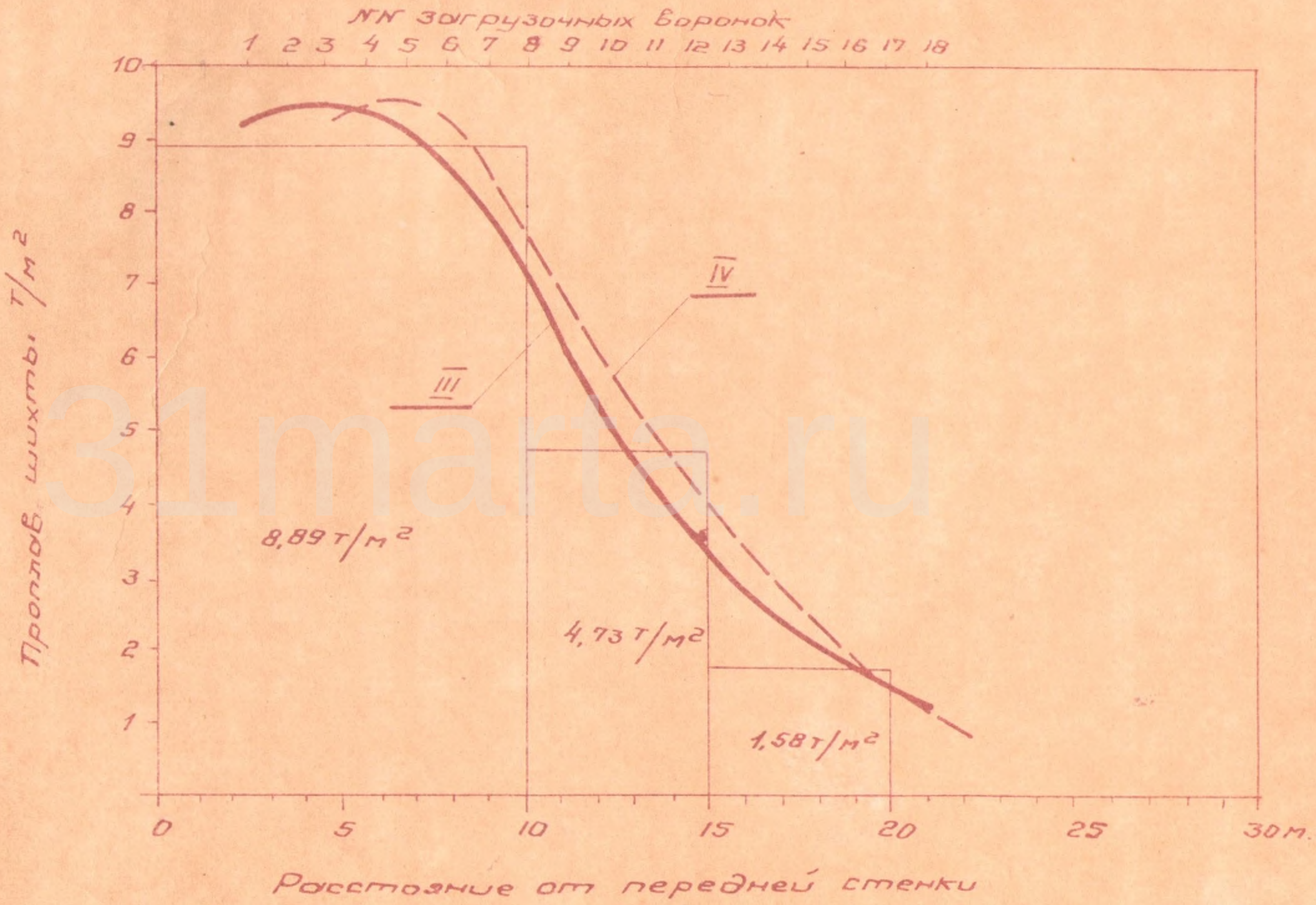


Рис. 11. III – Расчетная кривая интенсивности проплава рекомендуемой отражательной печи.

IV – Кривая проплова обожженой шихты завода Норанда (Канада) масштаб условный

31marta.ru
17.08.2020

На рис.II нанесена для сравнения кривая IУ, показывающая характер изменения интенсивности проплава по данным завода Норанда. Для последней кривой масштаб длин сохранен, а масштаб значений проплава изменен / уменьшен/ таким образом, что значения максимумов проплава для кривых IУ и Ш получаются примерно одинаковыми.

При таком условном изменении масштаба обе кривые дают достаточно близкое совпадение. Однако необходимо помнить, что в данном случае производится сравнение характера изменения интенсивности проплава по длине печи, а не сравнение абсолютных значений проплавов, которые сильно отличаются в зависимости от плавки сырой или обожженной шихты.

В зоне загрузки шихты, где расположены I8 загрузочных отверстий / с каждой стороны печи/, интенсивность проплава согласно кривой Ш изменяется от минимального значения I,2 т/м^2 до максимального - 9,5 т/м^2 пода, т.е. примерно в 8 раз.

При ширине рассматриваемой печи, равной 8 м, количества проплавляемой шихты в сутки по зонам составят, в тоннах:

На первых I0 м	I0 x 8 x 8,89 = 7II
На следующих 5	5 x 8 x 4,73 = I88
На последующих 5 м	5 x 8 x I,58 = 63
Итого: примерно	960 т/сутки

В данном случае на первых I0 м длины отражательной печи имеется I6 загрузочных отверстий, т.е. по 8 отверстий с каждой стороны. При равномерном проплаве на каждую загрузочную воронку приходилось бы шихты

7II : I6 = 44,4 т/сутки.

В действительности, в первые воронки необходимо будет загружать шихты больше. Согласно кривой проплава Ш в каждую из них надо загружать

$$44,4 \times \frac{9,5}{8,89} = 47,4 \text{ т/сутки.}$$

31marta.ru
17.08.2020

Следовательно, в каждую смену в эти воронки должно загружаться по II,9 т, что при объёмном весе шихты, равном 2 т/м^3, составит объём загрузки 5,9 м^3 в смену. Если принять трехразовую загрузку шихты /в смену/, то каждый раз в первые воронки необходимо будет загружать примерно по 2 м^3 шихты.

Подсчёты показывают, что максимальный объём откоса шихты, приходящейся на одно загрузочное отверстие /при угле откоса 45^o/, равен I,8 м^3. Таким образом, при загрузке три раза в смену объём вновь поступающей шихты, равный 2 м^3, не может быть размещен в откосе почти объёмом I,8 м^3 даже при условии полного расплавления откоса к моменту начала загрузки шихты. Кроме того, загрузка в печь в течение короткого промежутка времени значительного количества холодной сырой шихты вызовет резкое снижение температуры печи, что будет неблагоприятно отражаться на работе системы автоматического регулирования теплового режима печи.

Учитывая вышеизложенное, следует признать, что режим загрузки печи три раза в смену не может быть рекомендован для рассматриваемой печи.

При более частой загрузке, например, шесть раз в смену /одна загрузка в час/ в первые загрузочные отверстия необходимо будет загрузить по I м^3 шихты, что составит 55% полного объёма откоса. Таким образом, загружаемая шихта может быть полностью размещена в откосе.

На загрузку всей отражательной печи будет расходоваться около I2 мин. при одновременной загрузке обеих сторон печи или 24 мин. при последовательной загрузке сначала одной стороны, а затем второй. Остальное время отводится на плавку загруженной шихты.

При более частой загрузке отражательной печи, например, три раза в час или I8 раз в смену, объём шихты, загружаемой в каждое отверстие в передней части печи при каждой загрузке, составит примерно 0,32 м^3.

31marta.ru
17.08.2020

Площадь поверхности откоса в отражательной печи, приходящаяся на одно загрузочное отверстие, равна 3,2 $м^2$. Следовательно, при равномерном распределении загруженной шихты по поверхности откоса создается слой шихты толщиной 9-10 см. При этом высота откоса шихты в печи между загрузками также уменьшится примерно на эту величину, т.е. весьма незначительно. Это создает благоприятные условия для стен печи, т.к. высокий откос шихты хорошо предохранит их от прогорания. Высота падения шихты в печи сведется к минимуму и пылеобразование значительно уменьшится.

Охлаждение печи при такой загрузке будет минимальным, что способствует более спокойному температурному режиму, повышению производительности печи и лучшей сохранности огнеупорной кладки.

Рассмотренные выше различные режимы загрузки отражательной печи обеспечиваются предлагаемым методом автоматической загрузки при помощи передвижного реверсивного ленточного конвейера.

В пределе автоматическую загрузку предлагаемым методом возможно организовать до шести раз в час или 36 раз в смену. В этом случае загрузка приближается почти к непрерывной. При этом в первые загрузочные отверстия печи будет поступать за одну загрузку 0,16 $м^3$ шихты, что создаст на откосе слой шихты толщиной только 5-6 см.

При введении автоматической загрузки на действующей отражательной печи необходимо провести предварительную работу по определению оптимального режима загрузки. При выборе режима надо также учитывать, что организация механической, а тем более автоматической шуровки забитых шихтой загрузочных отверстий весьма сложна и мало надежна. Применение же ручного труда при шуровке загрузочных отверстий значительно снизит преимущество или полностью исключит возможность применения автоматической загрузки печи. Кроме того, постоянная шуровка ухудшает устойчивость свода печи в зонах расположения загрузочных отверстий.

Поэтому необходимо отработать такой режим загрузки, при котором вся загружаемая порция шихты свободно проходит через загрузочное отверстие в своде, ложится на откос, не подпирая свода печи, и оставляет небольшой просвет между сводом и откосом.

31marta.ru
17.08.2020

По отзывам заводских работников при свободном прохождении шихты через загрузочные отверстия она в них не приваривается и шуровка отверстий не требуется.

После того, как будет отработан и принят оптимальный режим загрузки печи, необходимо соответственно отрегулировать работу питателей, весовых дозаторов, передвижных конвейеров и всего остального оборудования, связанного с загрузочным устройством, для перевода загрузки на автоматическую работу.

Автоматическое устройство для загрузки печи позволяет при необходимости изменять продолжительность загрузки каждого отверстия. Эти изменения вносятся мастером печи с пульта управления. Имеется возможность изменить в целом режим загрузки, уменьшив или увеличив число загрузок в смену.

Общий вид автоматического устройства для загрузки печи с одной стороны схематично показан на рис. I2.

Загрузка печи с другой стороны производится таким же образом.

Шихта из бункера I поступает на дисковый питатель 2 и затем проходит через автоматический ленточный дозатор 3, подающий шихту на стационарный ленточный конвейер 4.

С конвейера 4 шихта через концевой барабан пересыпается на ленту передвижного реверсивного / челночного/ конвейера 5 и далее перегружается в воронки, находящиеся между рельсами передвижного конвейера. Каждая воронка закрывается внизу специальным клапаном 6 / рис.I3/, открывающимся только на время загрузки. Загрузочные воронки не являются емкостью для накапливания шихты, а служат только для направления ее в загрузочные трубы 7, установленные на своде печи. В паузах между загрузками клапаны 6 перекрывают загрузочные трубы, отделяя внутреннее пространство печи от окружающей среды.

Для предотвращения возможного выбивания пыли и газов из воронки во время загрузки предусматривается боковой отсос по трубе 8, отключаемый в паузах между загрузками при помощи дроссельной заслонки 9. Открывание заслонки происходит одновременно с открыванием клапана, т.к. они связаны общей системой

31marta.ru
17.08.2020

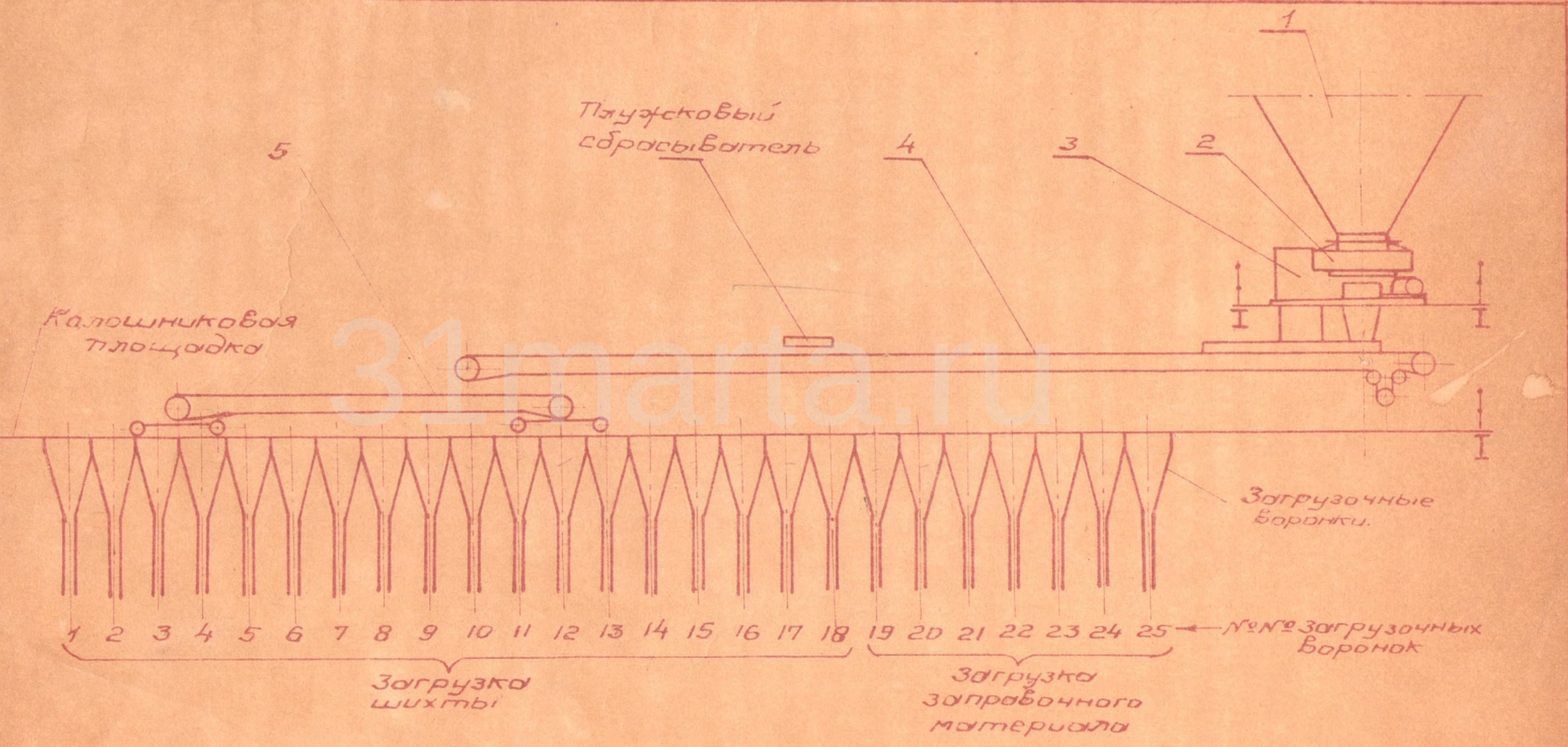


Рис. 12. Схема автоматического устройства для загрузки одной стороны печи
1- бункер; 2- дисковый питатель; 3- автоматический ленточный дозатор; 4- стационарный ленточный конвейер; 5- передвижной реверсивный конвейер

31marta.ru
17.08.2020

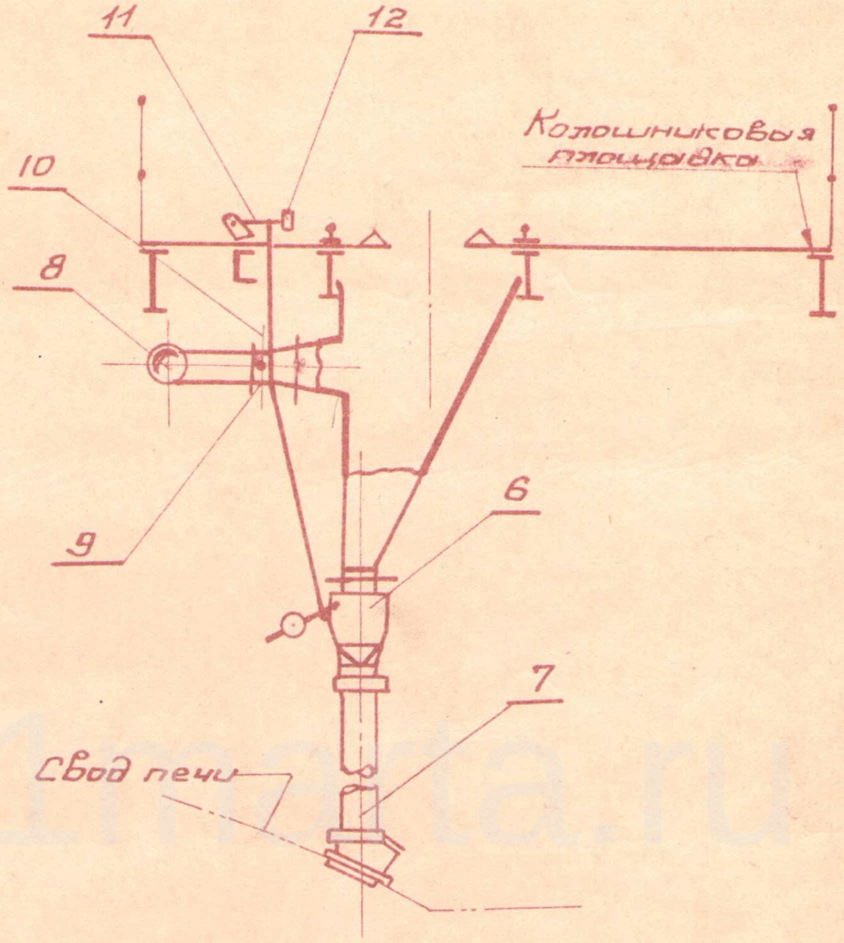


Рис. 13. Схема закрывания клапана загрузочной воронки.

6 - клапан; 7 - загрузочные трубы; 8 - боковой отсос; 9 - дроссельная заслонка; 10 - верхняя тяга; 11 - рычажный механический привод; 12 - ролик.

31marta.ru
17.08.2020

тяг. Верхняя тяга I0 присоединена к рычажному механическому приводу II, имеющему на конце рычага ролик I2.

Приводы клапанов приводятся в действие от специальных шин, укрепленных на металлоконструкции передвижного конвейера. Каждая из этих шин имеет на конце скос, который при движении конвейера поднимает вверх ролик привода и производит открывание клапана и дроссельной заслонки.

Шихта загружается на каждой стороне печи через первые I8 воронок. Для загрузки этих воронок передвижной конвейер делает одно возвратно-поступательное движение с промежуточной остановкой для переключения на обратный ход. При движении конвейера в сторону шихтовых бункеров шихта загружается через воронки № I-9, а при обратном движении - через воронки № I8-I0.

Загрузка шихты производится на ходу, без остановки конвейера над воронкой. При таком способе загрузки конвейер выключается значительно реже, что благоприятно отражается на работе электрооборудования.

Различная дозировка шихты достигается изменением скорости движения конвейера на отдельных участках пути. Для этого применяется специальный привод конвейера, снабженный электродвигателем постоянного тока.

Выше указывалось, что интенсивность проплава по длине печи может изменяться в отношении I:8. Привод, принятый для механизма передвижения конвейера, обеспечивает изменение скорости движения в отношении примерно I:II. Таким образом, при регулировке имеется даже некоторый запас для ускорения перемещения конвейера.

По-видимому, нет необходимости иметь отдельные дозировки для каждой загрузочной воронки. В рассматриваемом загрузочном устройстве воронки объединены в группы, по две в каждой, за исключением воронок 9 и I0. При движении конвейера в пределах одной группы воронок скорость его остается постоянной и может быть изменена при помощи специального регулирующего устройства, находящегося на пульте управления в указанных выше пределах, т.е. в отношении I:II. ?

31marta.ru
17.08.2020

Скорость движения конвейера на различных участках пути различна, в соответствии с потребным для загрузки количеством шихты и определяется опытным путем на работающей печи. После этого система загрузки может работать автоматически. При этом все же периодически необходимо наблюдать за высотой и состоянием откосов в печи.

Если в результате осмотра печи окажется необходимым несколько изменить дозировку шихты на отдельных участках, но это может быть легко выполнено с пульта управления.

Длина передвижного ленточного конвейера выбрана из расчета автоматической загрузки первых I8 воронок. Проработка варианта автоматической загрузки с применением более длинного конвейера, обеспечивающего также и сравнительно редко требующуюся загрузку заправочного материала в воронки № I9-25, выявила очень большую сложность такой схемы. Сложность схемы поставила под сомнение эксплуатационную надежность всего устройства и этот вариант был оставлен.

Загрузка заправочного материала производится тем же передвижным конвейером 5, но при ручном / кнопочном/ управлении. Для этого применяется специальный плужковый сбрасыватель / рис. I2/, установленный на стационарном ленточном конвейере 4, имеющем желобчатую ленту.

При опускании сбрасывателя на ленту одновременно производится поворот на 90^0 двух специальных желобчатых роликоопор, установленных по сторонам сбрасывателя. Поворотом роликоопор достигается выравнивание ленты конвейера на участке установки сбрасывателя. Все устройство приводится в действие при помощи сжатого воздуха.

Заправочный материал выдается из бункера подвесным ленточным питателем на стационарный конвейер и далее, пройдя через сбрасыватель, поступает на ленту передвижного конвейера, который в это время устанавливается над воронками № I9-25.

31marta.ru
17.08.2020

МЕХАНИЗАЦИЯ ДРУГИХ РАБОТ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

Механизацию других работ на отражательной печи, выполняемых в настоящее время вручную в тяжелых условиях, предлагается разрешить следующим образом.

I. Заливка в печь конвертерного шлака. В настоящее время после заливки конвертерного шлака в печь очистка желоба от шлаковых корок производится вручную в крайне тяжелых условиях / высокая температура, загазованность/.

На разработанной отражательной печи предлагается механизировать эту работу по двум вариантам.

Первый вариант - конвертерный шлак в печь сливается через съемный жёлоб, установленный на откатной тележке - раме, двигающейся по рельсам / рис.I4/. Ведущие колеса откатной тележки приводятся в движение мотором мощностью 2,8 квт.

В рабочем положении жёлоб, укрепленный на тележке - раме, своим передним концом входит в рабочее пространство отражательной печи через окно в ее торце. При зарастании жёлоба конвертерным шлаком тележка откатывается от печи в зону действия мостового крана конвертерного отделения, заросший жёлоб снимается краном с откатной тележки и передается в отделение обработки ковшей и желобов.

Чистый жёлоб, покрытый известковым молоком, мостовым краном устанавливается на откатную тележку, закрепляется на ней и вдвигается в печь.

Откатная тележка для жёлоба конвертерного шлака позволяет устранить одну из тяжелых ручных работ по очистке сливного жёлоба непосредственно у печи.

К недостаткам этого варианта следует отнести необходимость задалживать мостовой кран для транспорта желобов по конвертерному пролету и неизбежность некоторых ручных работ по очистке "холодного" жёлоба от корок. Кроме того, откатная тележка загромождает доступ к печи, затрудняет обслуживание горелок и т.д.

31marta.ru
17.08.2020

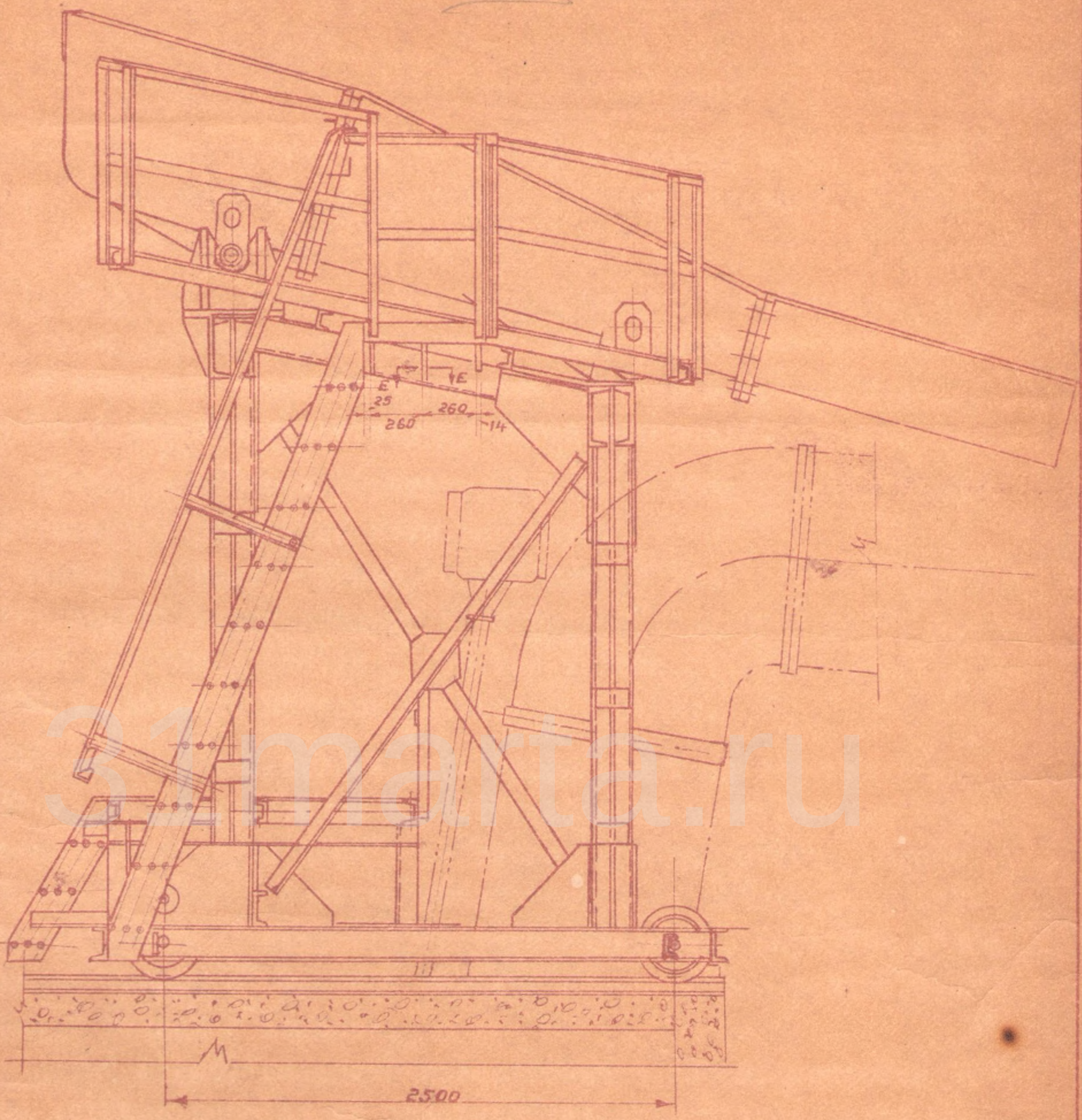


Рис. 14. Съемный желоб для заливки конвертерного шлака установленный на откат-ной тележке

31marta.ru
17.08.2020

Второй вариант: слив конвертерного шлака в отражательную печь предлагается производить через обогреваемый футерованный жёлоб / рис. I/. При этом отпадает необходимость последующей переработки корок.

Приемная футерованная чаша жёлоба перекрывается крышкой с вмонтированной в нее инжекционной газовой горелкой.

После слива очередной порции конвертерного шлака крышка чаши закрывается и горелка автоматически включается для обогрева жёлоба и расплавления корок, если таковые образуются.

Природный газ к горелке подводится гибким шлангом, а воздух, необходимый для горения, подсасывается самой инжекционной горелкой.

При подъеме крышки с помощью пневмоподъемника подача природного газа автоматически прекращается.

Для удобства ремонта кладки жёлоба / очевидно кладка жёлоба будет изнашиваться довольно быстро/жёлоб выполнен разъемным. Свод жёлоба поднимается с помощью лебедки. Жёлоб и его крышка футеруются термостойким хромомагнезитом, а съемный свод - жароупорным бетоном с хромитовым заполнителем.

Если опыт применения обогреваемого жёлоба для слива конвертерного шлака будет успешным, то примерно по такому же типу нужно испытать обогрев природным газом желобов для слива штейна и отвального шлака. Работа на них должна проходить примерно в следующем порядке: перед выпуском штейна из печи включается газовая горелка и жёлоб прогревается до температуры порядка I000^{0}. При выпуске штейна подачу газа прекращают. После выпуска штейна просматривают жёлоб и при обнаружении корки штейна снова подают газ и расплавляют корку. После этого газ выключают до следующего выпуска штейна.

<u>2.Закрывание и открывание штейновых шпуров</u>. Для закрывания и открывания штейновых шпуров предлагается применить воздушный затвор / рис. I5/.

Этот способ был впервые предложен и опробован на Балхашском медеплавильном заводе / авторы т.т.Краснов,Гарипоглы и Равданис/.Работники завода хорошо отзываются о новом методе закрывания штейнового шпура.

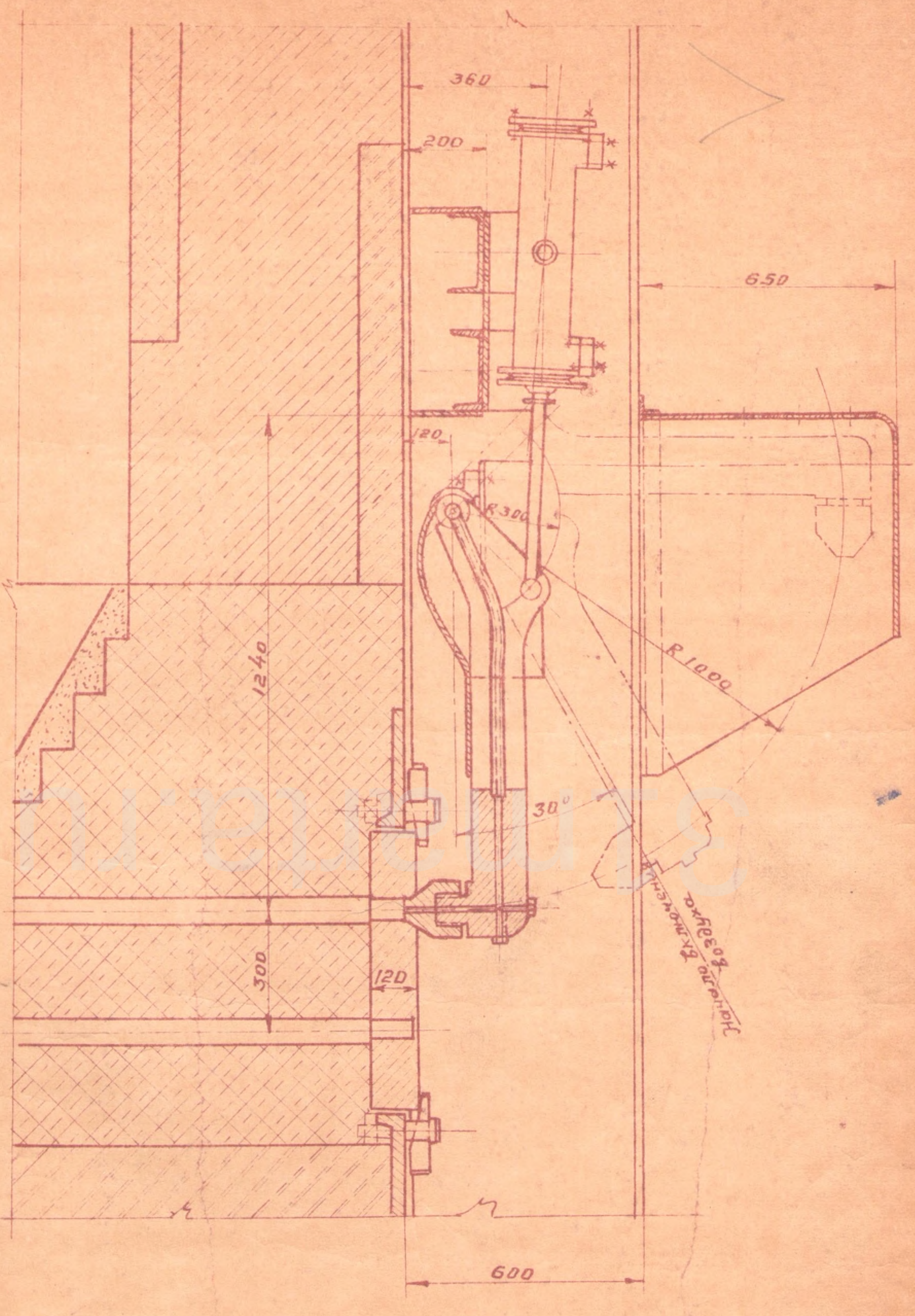


Рис. 15. Воздушный затвор для закрывания штейнового шпура

31marta.ru
17.08.2020

31marta.ru
17.08.2020

Принцип работы воздушного затвора основан на сдерживании жидкого штейна в шпуровом отверстии непрерывной подачей в него, через специальный конусообразный стопор, компрессорного воздуха.

При вскрытии шпурового отверстия стопор с воздухоподводящей трубкой отводится в сторону, автоматически прекращается подача воздуха и штейн вытекает через шпур. Для прекращения выпуска штейна стопор подводится к шпуровому отверстию и плотно его закрывает; при этом автоматически включается подача компрессорного воздуха, который прерывает струю штейна.

Закрывание и открывание шпурового отверстия воздушным затвором производится пневмоподъемником, управляемым дистанционно с местного пульта, на котором размещено также управление движением электрической платформы с ковшом для штейна, которая передвигается вдоль отражательной печи в конвертерное отделение.

Таким образом выдача штейна из печи, управление механизмом открывающим и закрывающим штейновые шпуры, подача ковша со штейном в конвертерное отделение и свободного ковша обратно под штейновый жёлоб, сосредоточены в одном месте и могут выполняться одним рабочим -горновым. Во избежание попадания брызг штейна, которые могут образоваться в момент закрывания шпура, пульт управления отнесен в сторону от шпуров.

Предлагаемый воздушный затвор для штейнового шпура еще недостаточно освоен и требует дополнительных испытаний как сам способ, так и механизм затвора. До настоящего времени неясен вопрос о расходе компрессорного воздуха и его оптимального давления. Необходимо также проследить при работе воздушного затвора за состоянием ванны и кладки стен печи у штейновых шпуров, так как не исключено их размывание.

Вместо воздушного затвора может быть применен оправдавший себя на медеплавильных заводах электропрожиг штейновых шпуров. Закрывание шпуров в этом случае должно производиться механически при помощи установки для пневматического забивания глиняной пробки.

31marta.ru
17.08.2020

Возможна также разработка выпуска штейна через сифон, подобно установке, осваиваемой на Карабашском медеплавильном заводе.

3.Механизация выпуска шлака. Разработано два варианта выпуска шлака - через шпур и обычным методом - через окно.

Выпуск шлака из отражательной печи через шпур безусловно обеспечит получение более бедных по меди отвальных шлаков. В этом случае шлак из печи выпускается не с поверхности ванны, а с некоторой глубины ее, это исключает вынос со шлаком плавающей на ванне шихты, богатой по меди. Кроме того, шлак из шпура выпускается почти непрерывно небольшой струей, что обеспечивает спокойное состояние ванны и лучшие условия осаждения штейна в жидкой ванне отстойной части печи, где накапливается бедный штейн.

При выпуске шлака из отражательной печи через шпур, т.к. шлак выпускается почти непрерывно, закрывание шпура производится на короткое время, необходимое для смены шлаковых ковшей - уборки наполненного ковша и подачи свободного.

Для закрывания шлакового шпура разработан модернизированный механический водоохлаждаемый стопор, успешно применяемый для закрывания шлаковой летки доменных печей / рис.16/.

При установке механического водоохлаждаемого стопора исключается ручное обслуживание шлакового окна в тяжелых условиях загазованности и высокой температуры.

Шлаковый шпур выполняется кессонированным, с охлаждением водой, либо воздухом. После наполнения очередного шлакового ковша шпур закрывается механическим водоохлаждаемым стопором--пробкой. Через 3-5 минут в шпуре образуется твердая корка, препятствующая вытеканию жидкого шлака, стопор отводится вверх и не мешает работе горнового у шпура и шлакового жёлоба.

После установки свободного шлакового ковша под жёлоб стопор подводится к шпуру, ударный боек выводится из стопора и пробивает шлаковую корку - шлак вытекает из печи.

Движение стопора производится механически с помощью пневмоподъемника и противовесов. Ударный боек стопора работает от отдельного пневматического цилиндра.

31marta.ru
17.08.2020

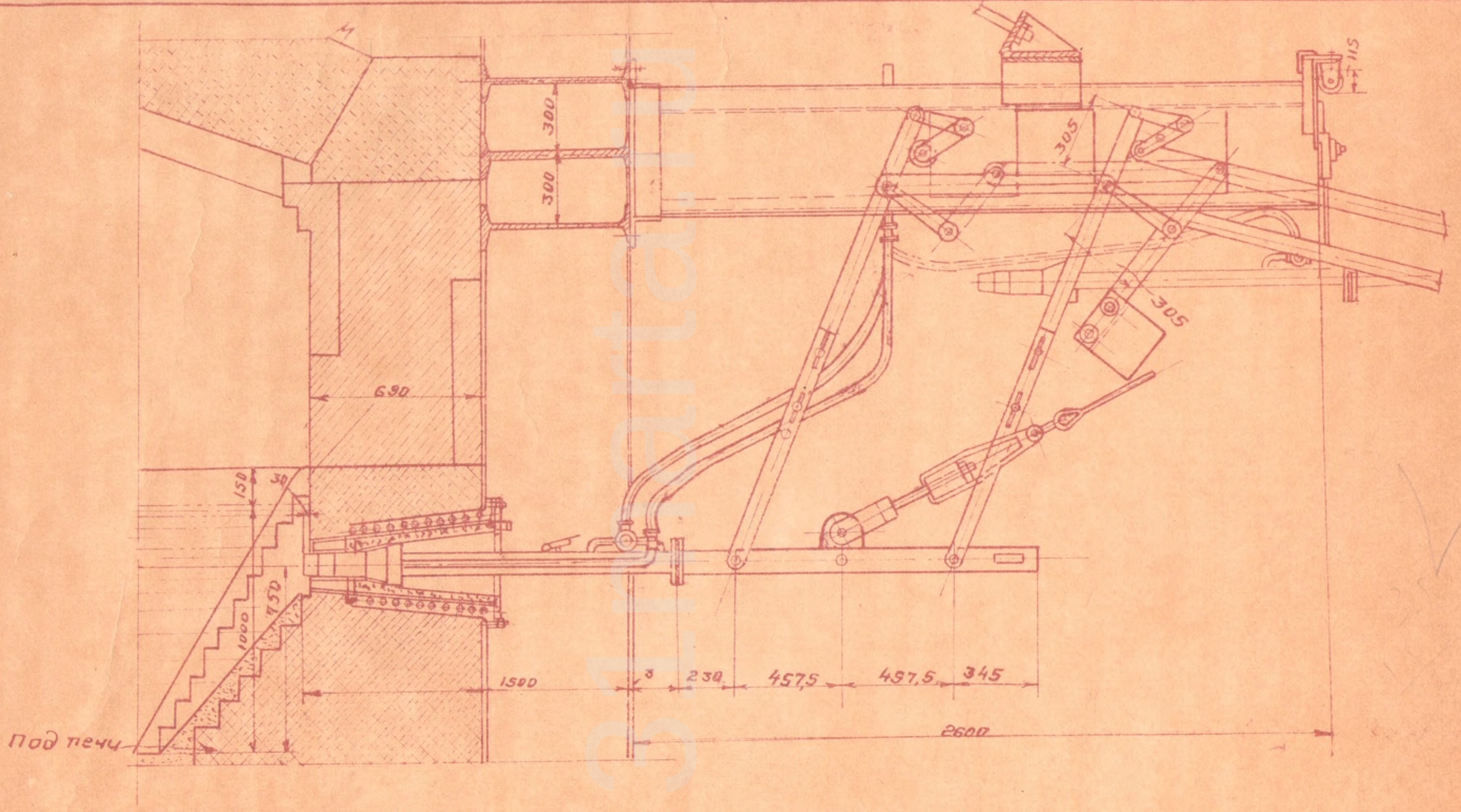


Рис. 16. Водоохлаждаемый стопор для закрывания шлаковой летки

31marta.ru
17.08.2020

Управление стопором и ударным бойком расположено в безопасном месте.

При необходимости спуска с поверхности шлаковой ванны накопившихся обломков кирпича, "шубы" и т.д. предусматривается устройство обычного шлакового окна. Шлаковое окно снабжено футерованной заслонкой, подъем и опускание которой производятся при помощи пневмоподъемника.

Шлаковым окном возможно будут пользоваться также в случае неполадок со шлаковым шпуром. Предусматривается установка на одной стороне печи шлакового окна, а на другой - шлакового шпура, т.к. нет возможности разместить оба устройства на каждой стороне печи.

4. Измерение высоты слоя штейна и шлака в ванне отражательной печи. В настоящее время определение высоты слоя штейна и шлака в ванне печи производится вручную ломиком, который опускают в ванну через отверстия в своде печи. Весьма желательно механизировать и автоматизировать эту операцию, имея в виду, что предлагаемая конструкция печи будет достаточно герметичной, а наличие воздухоохлаждаемого порога предъявляет определенные требования по оптимальной глубине штейна и шлака в обеих зонах печи.

Для определения высоты слоя шлака и штейна предлагались различные способы, но они были сложны и ненадежны.

Нами предлагается простой и дешевый способ определения уровня штейна в ванне печи, основанный на значительной разнице в электропроводности расплавленных штейна и шлака. Способ заключается в следующем: в стенах ванны печи почти от подины до наибольшего уровня ванны с определенным интервалом по ~~высоте~~... размещаются несколько электродов / металлических штанг Ø 50-80 мм, хорошо изолированных от кладки при помощи асбестового шнура и т.д./. К одному из самых нижних электродов подводится один полюс электрической цепи, а другой полюс, через градуированный вольтметр, попеременно присоединяется по очереди к каждому из установленных электродов. По изменению электрических

31marta.ru
17.08.2020

параметров цепи можно судить о высоте соответствующих слоев ванны. Некоторая погрешность в электроизмерениях возможна за счет проводимости кладки при высоких температурах, к тому же частично пропитанных расплавом ванны, при удачном подборе параметров тока и навыках можно будет с достаточной точностью получить отметки уровня ванны.

Электроды следует устанавливать в головной части печи и вблизи воздухоохлаждаемого порога со стороны плавильной зоны, где не производится загрузка шихты.

<u>5.Подача пирита на поверхность ванны.</u> Для подачи пирита на поверхность ванны в отстойную часть печи может быть применен воздушный эжектор / рис. I7/.

Воздушный эжектор присоединяется к отделению бункера, в котором хранится пирит. Установки такого рода успешно применяются для транспортирования на небольшие расстояния и они значительно проще камерных питателей.

Для эжектора необходим сжатый воздух давлением I,5 - 2 ати, при расходе 700-800 кг/час.

При суточной подаче пирита на ванну около I5 т, общее время работы эжектора составит 2-3 часа в сутки с равномерной периодической подачей в течение суток.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА И ЗАГРУЗКИ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

Объем автоматического регулирования и контроля рассматриваемой отражательной печи приведен на принципиальной схеме /рис.I8/.

Основные задачи автоматического управления, применяемого на отражательных печах, сводятся к следующему:

I. Автоматическое регулирование температуры в печи, которое выполняет узел автоматического регулирования температуры, воздействуя на изменение подачи природного газа в печь. Этот узел работает по следующей схеме:

31marta.ru
17.08.2020

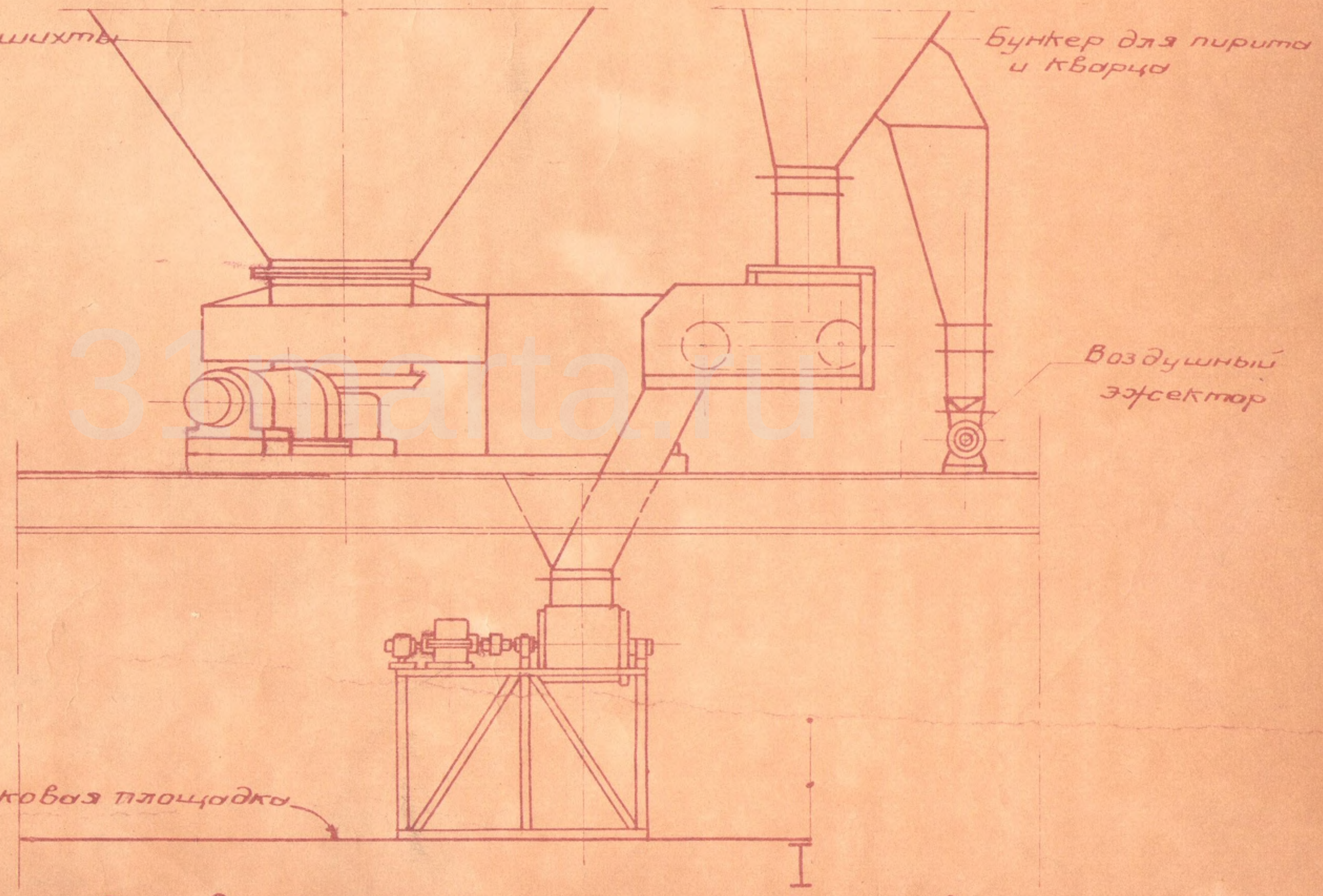


Рис. 17. Установка воздушного эжектора для подачи пирита на поверхность ванны печи

31marta.ru
17.08.2020

Температурный импульс отбирается по оси печи при помощи радиационного пирометра Рапир /3а на рис.I8/, визируемого на дно калильного стакана, установленного в своде. Радиационный пирометр связан с автоматическим самопищущим и регулирующим потенциометром ЭПД 3б, установленным на щите. Через изодромный регулятор типа РУ -I6а 3в командный импульс передается на исполнительный механизм ИМТ 6/I20 3э, сочлененный с регулирующей заслонкой природного газа 3ж.

В зависимости от отклонения температуры от заданной исполнительный механизм перемещает регулирующую заслонку в ту или иную сторону, изменяя подачу газа к горелкам до тех пор, пока не будет достигнута заданная температура.

Для перехода с автоматического на дистанционное ручное управление температурой в печи со щита предусмотрены универсальный переключатель 3д и кнопка управления 3е, с помощью которых можно перемещать регулирующую заслонку 3ж. Положение регулирующей заслонки указывается прибором УП-ОI-А 3г, установленным на щите КИП.

2. Автоматическое пропорционирование природного газа и воздуха, т.е. сжигание природного газа при наиболее выгодном значении коэффициента избытки воздуха α , при котором получается более высокая температура сгорания топлива. При изменениях расхода топлива только автоматические устройства могут поддерживать это наивыгоднейшее значение коэффициента

Пропорционирование " топливо-воздух" осуществляется следующим образом:

дифманометры - расходомеры ДК-РПР-Ф 2 в природного газа и ДК-РПВ-Ф 2 г воздуха через ферродинамические датчики связаны с электрогидравлическим регулятором РЭГ-Н 2 д , снабженным дистанционным ферродинамическим задатчиком ДЗФ 2е, с помощью которого устанавливается требуемое соотношение " топливо-воздух". В случае нарушения заданного соотношения регулятор воздействует на гидравлический поршневый сервомотор СК-I00 2 з, перемещая заслонку на воздухопроводе 2и в сторону увеличения / уменьшения/ подачи воздуха к газовым горелкам.

31marta.ru
17.08.2020

Кран дистанционного управления КДУ 2ж позволяет, при необходимости, дистанционно вручную со щита управлять серво-мотором регулирующей заслонки воздуха. Расход воздуха и природного газа контролируется на щите КИП вторичными приборами соответственно 2к и 2л, снабженными показывающей шкалой, диаграммой для записи и интегратором.

3. Автоматическое регулирование давления в печи, которое должно быть таково, чтобы свести к минимуму подсосы холодного воздуха в печь и выбивание печных газов на рабочую площадку и в цех. От работы узла автоматического регулирования давления зависят не только ход технологического процесса и экономия топлива, но и санитарно-гигиенические условия труда рабочих.

Давление в отражательной печи регулируется следующим образом:

Дифференциальный тягомер ДТП-К-25 4б, устанавливаемый по месту и измеряющий давление в печи, связан с электронным регулятором ЭР-Ш-К 4в. В зависимости от того, соответствует ли измеряемое давление заданию, установленному задатчиком П-16/17, регулятор управляет через магнитные контакторы МКРО 4м; 4п колонками дистанционного управления КДУ-II/П-К 4з, 4ж, которые перемещают направляющие аппараты дымососов, установленных после котлов-утилизаторов и воздухоподогревателей. Для синхронной работы направляющих аппаратов обоих дымососов используется электронный следящий прибор ЭСП-К 4е.

Давление в рабочем пространстве печи указывается и регистрируется самопишущим тягонапоромером колокольного типа ТНСК-6 4р.

Предусмотрена возможность дистанционного управления колонками, перемещающими направляющие аппараты дымососов с помощью ключей 4к; 4л; 4м, В этом случае положение направляющих аппаратов указывается приборами М5-24 4г; 4д, установленными на щите КИП.

Одновременно с автоматизацией управления тепловым режимом печи предусмотрен современный тепловой контроль, основанный на указывающих, записывающих и интегрирующих приборах.

31marta.ru
17.08.2020

Приборы теплового контроля указывают и регистрируют в первую очередь регулируемые параметры, чтобы можно было контролировать работу устройств автоматического управления.

Ряд приборов теплового контроля и дистанционного управления, которыми оснащена отражательная печь, приведен выше при описывании отдельных узлов автоматического регулирования.

Кроме указанных замеров предусмотрен ~~следующий~~ объем автоматического теплового контроля, сигнализации и блокировок отражательной печи:

I.В случае падения давления газа или воздуха перед горелками или остановки дымососов, в результате чего может образоваться смесь газа взрывоопасной концентрации или произойти угасание пламени, предусмотрена отсечка природного газа с помощью предохранительного клапана ПК Iж. Сигнализация падения давления газа и воздуха осуществляется с помощью сильфонного и мембранного сигнализаторов падения давления СПДС-8 и СПДМ-500 Iг; Iв и сигнальных ламп Iк; Iл.

Об аварийной оставновке дымососов сигнализируют лампы Iм и Iн. При падении давления газа или воздуха или аварийной остановке дымососа подается также звуковой сигнал 33б.

2. О работе воздухоподогревателей можно судить по температуре воздуха, которая контролируется платиновым термометром сопротивления ЭТП-I 7а и логометром Лпр-53 7б.

3. Для нормального сжигания в печи мазут подается к форсункам тонко отфильтрованным и подогретым до температуры, при которой вязкость его не превышает 7-8^{0} Э$_{50}$. Подогрев и фильтрация мазута осуществляются централизованно, вне печи и поэтому на принципиальной схеме не показаны.

Регулирование давления мазута осуществляется непосредственно перед печью регулятором прямого действия РДП-2 IO а, контролъ давления мазута до и после регулятора РДП-2-С помощью показывающих манометров М-IOO I2а; I3а; местный контроль температуры мазута - при помощи ртутного технического термометра I4а и учет расхода мазута - посредством поршневого объемного мазутомера МПСФ-I IIа и вторичного показывающего, самопишущего и суммирующего прибора ВФСС-20 IIб.

31marta.ru
17.08.2020

4. Состояние подины печи / размывание или зарастание/ и фундамента контролируется хромель-алюмелевыми термопарами ТХА-УШ I5а; I5г и милливольтметром МПЩПр-54 I5д, а также термометров сопротивления ЭТП-I I6а; I6б и логометра ЛПр-53 I6в.

5. Температура в отстойной части печи за воздухоохлаждаемым порогом, как и в головной части печи, контролируется радиационным пирометром Рапир I7а и электронным самопищущим потенциометром ЭПД I7б.

6. Электроконтактным термометром ЭКТ-2 20 а и световым табло 20б контролируется температура воздуха, охлаждающего порог печи, и сигнализируется превышение температуры выше заданного предела. Указанный контроль позволяет судить о состоянии порога.

7. Чтобы судить о процессе горения, предусмотрен газовый анализ на O_2; CO, CO_2 и SO_2 с помощью соответствующих газоанализаторов и вторичных приборов. Однако для того, чтобы автоматический газоанализатор успешно выполнял свои функции в условиях работы отражательной печи, необходимо прежде всего создать газозаборное устройство, которое обеспечило бы отбор действительно средней пробы отходящих газов, было бы устойчивым против высоких температур, не шлаковалось и не засорялось уносом.

Описанный объем автоматического регулирования и контроля теплового режима отражательной печи может положительно сказаться на технологических и экономических показателях работы печи при автоматизации загрузки шихты, которая является наиболее трудоемкой операцией всего технологического процесса.

Для рассматриваемой отражательной печи предусмотрена автоматическая / по времени/ загрузка шихты / рис. I9/.

Подачу шихты от бункеров осуществляют следующими транспортирующими устройствами:

питатель

I. Автоматический ленточный дозатор типа ЛДА-I00 с тарельчатым питателем.

2. Транспортер ленточный стационарный.

31marta.ru
17.08.2020

3. Конвейер ленточный передвижной реверсивный.

Все 18 воронок / каждой стороны печи/, через которые загружается шихта, условно разбиты на 10 групп.

Движение конвейера над воронками одной группы происходит с постоянной скоростью, задаваемой регулятором скорости вращения / $2R_1$ - $12R_1$, рис.19/ привода тележки.

Изменение скорости передвижения тележки над каждой группой воронок осуществляется поворотом рукоятки соответствующего регулятора со щита управления.

Для перемещения передвижного реверсивного конвейера принят регулируемый электропривод с магнитными усилителями типа ПМУЗ-I, имеющим диапазон регулирования 230 ÷ 2800 об/мин.

Режим загрузки печи выбирается универсальным переключателем УПР I.

Предусматривается три режима работы загрузочных устройств:

I. Обе стороны печи загружаются одновременно / УПР в среднем положении/.

2. Загрузка сторон печи производится поочередно / УПР- в правом положении/.

3. Производится загрузка последних 7 воронок печи пиритом и заправочным материалом / УПР - в левом положении/.

При осуществлении поочередной загрузки сторон печи последовательность работы следующая:

Исходное положение передвижного реверсивного конвейера крайне левое.

После нажатия кнопки IКУ подается звуковой сигнал о предстоящем включении механизмов загрузки. С выдержкой времени, определяемой уставкой реле времени IРВ, включается каретка реверсивного конвейера, начиная свое движение вправо.

I-й участок пути каретки / до переключения 2КВ/ не используется для загрузки шихты. Конвейер проходит этот участок с выключенным приводом ленты и максимальной скоростью движения.

31marta.ru
17.08.2020

После переключения 2КВ происходит изменение скорости движения конвейера и с выдержкой времени / 5-20 сек/ включаются приводы ленты передвижного реверсивного конвейера, стационарного конвейера, ленточного дозатора и тарельчатого питателя. Начинается загрузка шихты в первую воронку. Далее конвейер продолжает движение до переключения конечного выключателя 3КВ с постоянной скоростью, загружая воронки № I и 2 .

После переключения 3КВ изменяется скоростью конвейера / подключается регулятор скорости 3А, с другой уставкой скорости/.

При движении каретки слева направо изменение скорости будет производиться 6 раз. Когда правый барабан окажется над воронкой № I8, конвейер остановится, с выдержкой 5 ÷ 20 сек. произойдет реверсирование движения ленты, и по истечении еще одной выдержки времени / 5-20 сек/ включается привод движения каретки для начала движения конвейера влево.

При движении влево будет происходить загрузка воронок от № I8 до № I0 с аналогичным изменением скорости передвижения конвейера.

После окончания загрузки в воронку № I0 заканчивается цикл загрузки одной стороны печи и привод движения переключается на повышенную скорость. Одновременно отключаются стационарный конвейер, ленточный дозатор и тарельчатый питатель. Тележка транспортера доходит до крайнего левого положения, в котором отключается привод.

После остановки передвижного конвейера одной стороны печи начинается цикл загрузки другой стороны, который протекает аналогично описанному.

По окончании загрузки обеих сторон наступает пауза, которая может быть выдержана в требуемых технологией пределах от 0 до I00 мин.

По истечении заданной паузы цикл автоматически возобновляется вновь.

При одновременной загрузке сторон печи цикл загрузки осуществляется аналогично описанному с той лишь разницей, что подача шихты производится на обе стороны.

31marta.ru
17.08.2020

Для загрузки пирита и заправочных материалов переключатель УПР устанавливается в левое положение.

Ключ УП, и местные ключи $4УПМ_I$, $3УПМ_I$ переводятся в положение " местное управление".

Управление механизмами загрузки осуществляется в этом случае кнопками IКУМ, ÷ 3КУМ, 5КУМ с колошниковой площадки.

При этом передвижной конвейер устанавливается в крайнее правое положение и воронки загружаются при движении конвейера влево, начиная с воронки № 25.

При загрузке конвейер останавливается над загружаемой воронкой, а после окончания - передвигается к следующей, без прекращения подачи материала.

После окончания загрузки всех воронок нажатием кнопки $2КУМ_I$ "Стоп" последовательно отключаются ленточный питатель, стационарный ленточный конвейер и передвижной конвейер, которые сблокированы между собой.

Схемой автоматической загрузки концентрата предусмотрена подача ряда сигналов на щит печи, позволяющих судить о работе механизмов загрузки.

На щите сигнализируется:

I. Нормальная работа двигателей
2. местонахождение передвижного конвейера
3. Пауза между циклами загрузки
4. Аварийное отключение транспортеров и дозатора
5. Зависание концентрата в бункере
6. Включение системы на автоматическую работу
7. Включение системы на местное управление.

При автоматической загрузке шихты в печь необходимо отработать такой режим загрузки, чтобы вся загружаемая порция проходила через загрузочное отверстие, ложилась на откос и оставляла небольшой просвет между сводом и откосом. Отработке такого режима и контролю состояния откосов в печи поможет предусмотренная телевизионная установка, состоящая из двух передающих камер / по одной на каждую сторону печи / и одного приемного устройства.

Положительный опыт эксплуатации телевизионной установки в условиях высоких температур мартеновской печи уже имеется на

31marta.ru
17.08.2020

Ижорском заводе им.А.А.Жданова. На этом заводе используется телевизионная установка ПТУ-0-М с передающей трубкой "Молот-I".

Передающая трубка снабжена широкоугольным объективом "Юпитер-12". Данная установка дополнена коммутатором и коммутационным блоком с целью подключения к приемнику одной из четырех передающих трубок. Передающая трубка заключена в цилиндрический кожух, закрытый с торца двумя обычными стеклами, между которыми помещен синий светофильтр и пропускается вода для охлаждения. Кожух с передающей трубкой устанавливается в водоохлаждаемой фурме. Длина фурмы - 350 мм, ширина - 230 мм и высота - 200 мм. Для защиты оптики от соприкосновения с потоком горячего / 1700^0/ запыленного газа и брызг шлака и металла, через кольцевую щель/ ширина 1,5 мм/ в смотровом отверстии фурмы подается сжатый воздух.

Фурма установлена в торцевой стенке печи на расстоянии 900 мм от форсунки таким образом, чтобы торец фурмы со смотровым отверстием располагался на таком расстоянии от внутренней поверхности кладки, которое бы обечпечивало угол обзора 63^0.

Опытная эксплуатация в течение 20 суток показала, что описанные мероприятия обеспечивают нормальные условия работы передающей трубки. На экране телевизора хорошо виден процесс завалки и плавления шихты.

Осуществление намеченного объема автоматического регулирования и контроля отражательной печи потребует выполнения ряда исследовательских и опытно-конструкторских работ.

1. Необходимо испытать возможность телевизионного контроля состояния откосов шихты внутри печи.

В случае положительных результатов испытаний потребуется разработать новый, либо приспособить один из существующих передающих блоков для работы в условиях высоких температур, загазованности и запыленности атмосферы медеплавильного цеха.

2. Потребуется привод типа ПМУ выполнить на базе двигателей, способных работать на колошниковой площадке, где температура достигает 70^0.

31marta.ru
17.08.2020

3. Для перехода в дальнейшем на автоматическую загрузку шихты не по времени, а по уровню откосов в печи необходимо провести исследовательские и опытно-конструкторские работы по изысканию метода контроля уровня откосов и созданию соответствующего прибора.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Внедрение в конструкцию отражательной печи усовершенствованных узлов, а также механизация и автоматизация процесса плавки, загрузки и обслуживания печи может обеспечить:

1. Увеличение производительности
2. Снижение потерь меди с отвальными шлаками
3. Экономию топлива
4. Увеличение кампании печи
5. Экономию огнеупоров
6. Улучшение условий труда обслуживающего персонала и уменьшение его численности.

Возможность достижения значительных технико-экономических показателей на рассматриваемой отражательной печи, с высокой степенью ее механизации и автоматизации, подтверждается опытом автоматизации только одного теплового режима на ряде отражательных печей. Определение экономической эффективности от внедрения автоматики теплового контроля на печах Кировградского, Красноуральского и Балхашского заводов дало следующие показатели:

1/ увеличение производительности печи на 10-11%,
2/ снижение удельного расхода топлива на 7-10%,
3/ увеличение кампании печи на 10-20%.

При этом сроки окупаемости установок автоматики только за счет экономии топлива составили:

на Кировградском заводе	-	6-7 месяцев
на Красноуральском	-	11 -"-
на Балхашском	-	9-10 -"-

31marta.ru
17.08.2020

Учитывая, что в рассматриваемой отражательной печи предусмотрена автоматизация загрузки шихты и более высокий общий уровень оснащения печи средствами автоматизации, приведенные цифры экономической эффективности могут быть приняты по максимальному пределу.

Ориентировочные расчеты себестоимости металлургического передела при отражательной плавке показали снижение себестоимости металлургического передела I т меди в штейне при плавке в механизированной и автоматизированной отражательной печи по сравнению с отражательной плавкой на наиболее крупных медеплавильных заводах на 9,4%.

Кроме того, при плавке медных концентратов в рассматриваемой печи, благодаря повышению извлечения меди, в штейн переходит дополнительно значительное количество меди / до 200 т в год/.

Редактор В.С. Бибенин

31marta.ru

31marta.ru
17.08.2020

ЛИТЕРАТУРА

I.Газарян Л.М. Пирометаллургия меди. Металлургиздат,1960.
2.Смирнов В.И. Отражательная плавка.Металлургиздат, I952.
3.Цейдлер А.А. Металлургия меди и никеля. Металлургиздат, I958.
4.Диомидовский Д.А. Печи цветной металлургии.Металлургиздат I956.
5.Саркисов И.Г., Пошехонов Н.А. и Постников Ф.И. Развитие отражательной плавки на Красноуральском медеплавильном комбинате.ЦБТИ Свердловского совнархоза, I959.
6.Некрасов К.Д.Жароупорный бетон.Госстройиздат,I957.
7.Успенский В.А.Пневматический транспорт.Металлургиздат, I959.
8.Балыкин М.Е.Цветные металлы, I939, № 2, стр.I07-I08.

Редактор ОБНТИ
Ю.К.Здзярская

Т-09337
Заказ 283
Тираж 2I0
Цена 3 р 09 к

I4

31marta.ru
17.08.2020

Культурная революция

31marta.ru
17.08.2020
31marta.ru